Paciente crítico
GASES EN SANGRE

Q.F.B. Rosalinda Velázquez

Bioquímica Clínica 2010

SOLUCIÓN AMORTIGUADORA

En los procesos metabólicos se generan ácidos durante la descomposición de carbohidratos, grasas, proteínas y ácidos nucleicos.

Todos estos subproductos de ácidos metabólicos deben amortiguarse y excretarse cuando sea necesario.

La solución amortiguadora protege al cuerpo reduciendo los cambios de pH que se producen por los ácidos o álcalis.

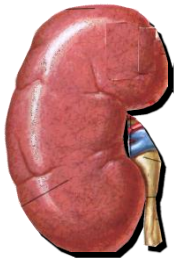
Fisiológicamente las soluciones más eficientes son las que tienen un pK cercano a 7.4

Bicarbonato $\mathbf{H_2CO_3 \leftrightarrow H_2O + CO_2}$ **pK 6.1**

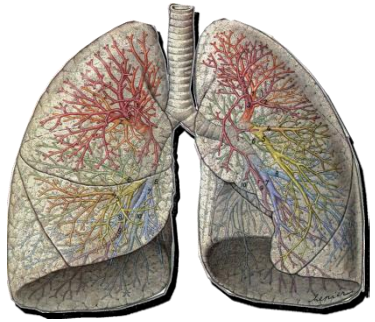
Hemoglobina $HHbO_2 \leftrightarrow HbO_2^- + \mathbf{H^+}$ pK 6.7

Fosfato $H_2P0_4^= \leftrightarrow \mathbf{HPO_4^= + H^+}$ pK 6.8

El sistema de ácido carbónico-bicarbonato es susceptible a regulación respiratoria y renal.



Regulación do CHO_3^-



Regulación do CO_2

LOS AMORTIGUADORES DEL CUERPO

a) Bicarbonato/ácido carbónico en el espacio extracelular.

b) Fosfatos espacio intracelular, eritrocitos y células tubulares del riñón

c) Proteínas a nivel tisular y en el plasma

d) Hemoglobina.

SISTEMAS AMORTIGUADORES

1) SISTEMA AMORTIGUADOR BICARBONATO/ACIDO CARBONICO

- Bicarbonato (HCO_3^-), el ácido carbónico (H_2CO_3) y el dióxido de carbono (CO_2) están presentes en las células y en el plasma.

Bicarbonato ac. carbónico

$$\mathbf{H^+ + HCO_3^- \leftrightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow H_2O + CO_2}$$

- Cuando la reacción se desplaza a la derecha el CO_2 aumenta e incrementa la pCO_2 estimulando la respiración pulmonar y la excreción de CO_2.

El CO_2 tisular, procedente del metabolismo, se mueve hacia el plasma, donde tiene las siguientes posibilidades:

- Disolverse físicamente, de acuerdo con la pCO_2
- Hidratarse a HCO_3^- , en una mínima cantidad, porque en el plasma hay poca anhidrasa carbónica (AC)
- En su mayor parte pasar al eritrocito, una vez dentro del mismo, una parte se disuelve, otra se hidrata a HCO_3^- , ya que en el eritrocito hay abundante anhidrasa carbónica, y otra parte se une a la Hb formando compuestos carbamino.

El H_2CO_3 formado se disocia en HCO_3^- y H+; la unión del CO_2 a la Hb libera también un H+. Estos H^+ han de ser neutralizados para evitar el descenso de pH.

- El pH plasmático se refiere habitualmente a la relación entre las concentraciones de bicarbonato/ácido carbónico. $\frac{HCO_3^-}{H_2CO_3}$

- El CO_2, en presencia de *anhidrasa carbónica* (AC), se hidrata de la siguiente forma:

$$CO_2 + H_2O \xleftrightarrow{AC} H_2CO_3 \longleftrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

$$pH = pK + \log \frac{HCO_3^-}{H_2CO_3}$$

Ley de los gases: la cantidad del gas soluble en un líquido es directamente proporcional a la presión parcial del gas.

$$[\mathbf{CO_2}\text{ disuelto}] = \alpha\, pCO_2$$

α= coeficiente de solubilidad

Como la conc de CO_2 es proporcional a la pCO_2, y la conc de H_2CO_3 también es directamente proporcional a la pCO2

$$\mathbf{pH = pK + \log \frac{[HCO_3^-]}{[\alpha\, pCO_2]}}$$

$$pH = pK + \log \frac{HCO_3^-}{pCO_2 \times 0{,}03}$$

La concentración normal de bicarbonato en el plasma es 24 (22-26 mmol/L)

La pCO_2 de 40 mmHg

El valor del pK del sistema bicarbonato/CO_2 a 37ºC es de 6,1

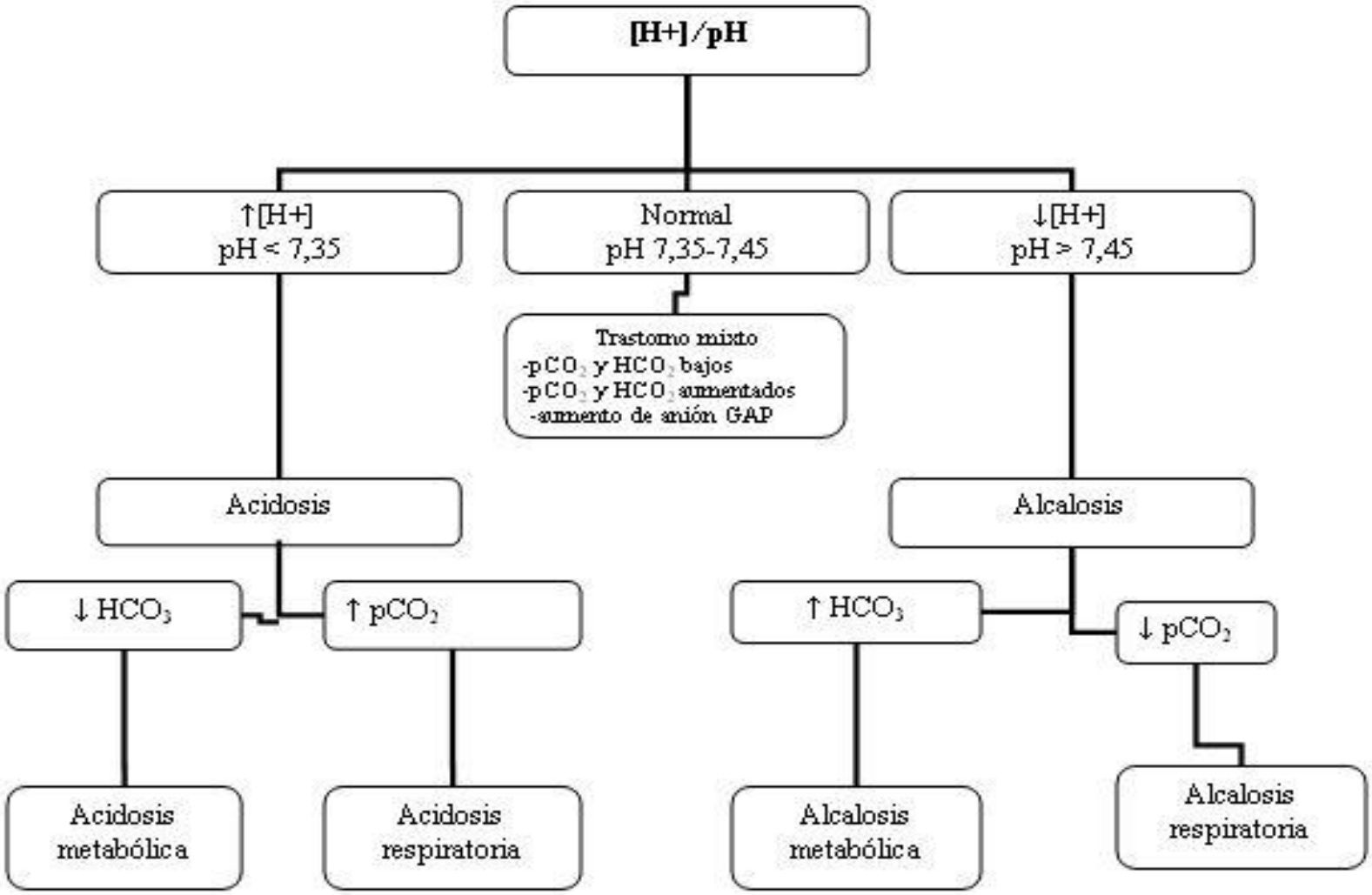
$$pH = 6.1 + \log (24/1.2) = 6.1 + 1.3 = 7.4$$

En condiciones normales las [HCO_3^-] y el CO_2 disuelto mantienen una proporción 20/1, y siempre que esta proporción se mantenga el pH será 7.4.

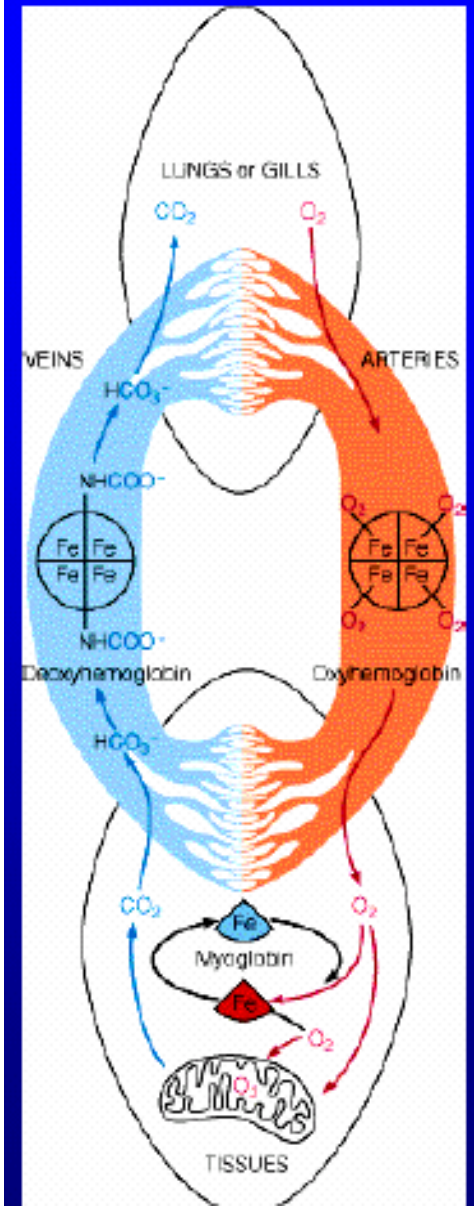
Cuando la relación $\frac{[HCO_3^-]}{}$ aumenta pH>7.45 **ALCALOSIS**

[$H2CO_3$] disminuye pH<7.35 **ACIDOSIS**

TRANSTORNOS ACIDO-BASE



LA HEMOGLOBINA



Se encuentra en células especializadas, los eritrocitos

Une oxígeno en los pulmones y lo transporta, vía sangre arterial, a los tejidos donde lo libera

Además, une CO_2 procedente del metabolismo en los tejidos, y lo transporta, vía sangre venosa, a los pulmones para ser eliminado

TRANSPORTE DE CO_2

La liberación de CO_2 por los tejidos que respiran, reduce la afinidad de la Hb por el O_2 de dos formas:

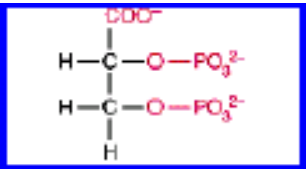
- El CO_2 se fija en parte a la Hb formando grupos carbamato (N-terminal) cuyo grupo carboxilo forma puentes salinos entre cadenas α y β, característicos del estado desoxiHb

  $-NH-COO^-$

- El CO_2 origina bicarbonato y H^+, reduciendo el pH, mediante la reacción catalizada por la anhidrasa carbónica (localizada en los eritrocitos)

$$CO_2 + H_2O \longleftrightarrow HCO_3^- + H^+$$

BISFOSFOGLICERATO (BPG)



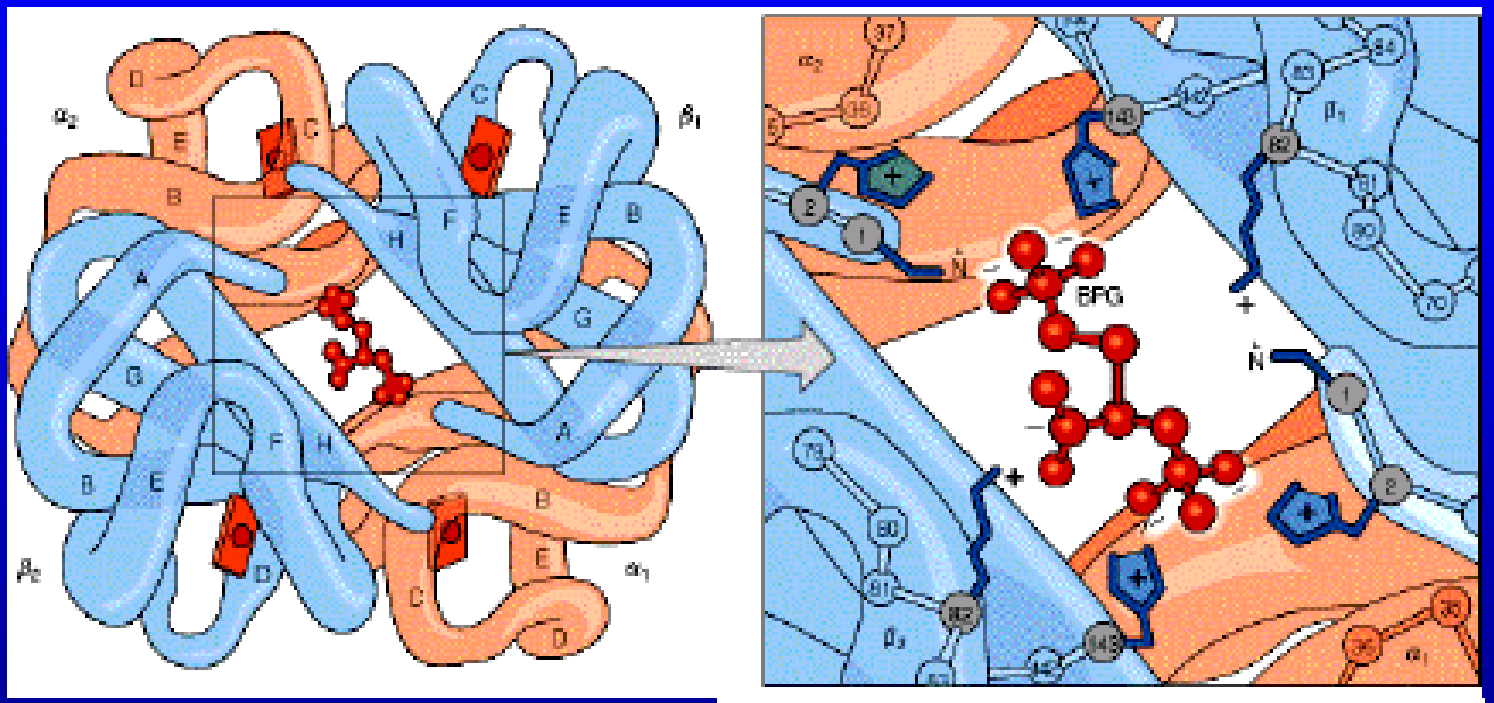
El CO_2 y la $[H^+]$ actúan de forma rápida para facilitar el intercambio de O_2 y CO_2

El BPG es un efector que actúa a más largo plazo, permitiendo la adaptación a cambios graduales de la disponibilidad de O_2.

El BPG reduce la afinidad de la Hb por el O_2:

- Se une a la Hb en una cavidad existente entre las cadenas β, donde establece interacciones con los grupos (+) que rodean esta cavidad
- En la forma oxiHb la cavidad es pequeña y no puede unirse el BPG
- En la forma desoxiHb se une estabilizando esta conformación.

Unión del 2,3-BPG a la desoxihemoglobina



"Bioquímica" Matheus, van Holde y Ahern. Addison Wesley 2002

CONSECUENCIAS FISIOLÓGICAS

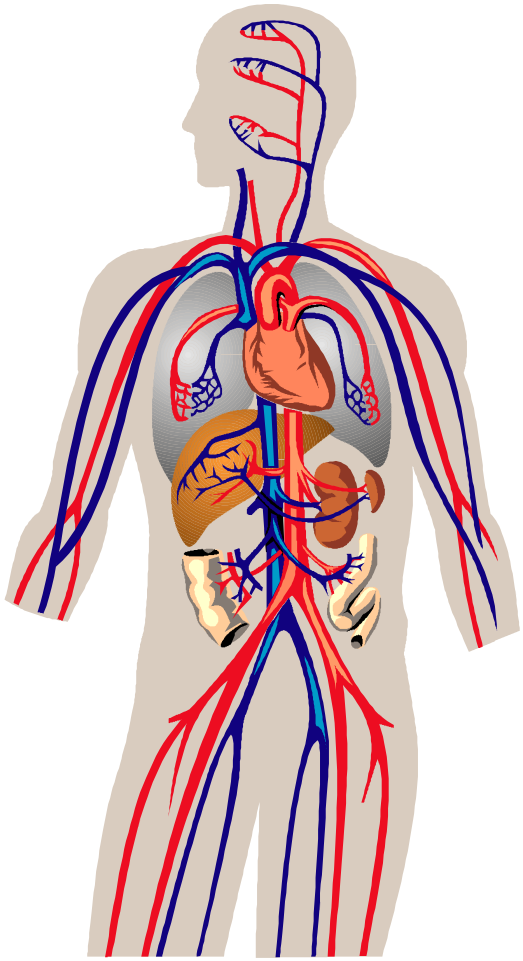
A gran altitud la P_{O2} es menor y provoca una cierta angustia Nos aclimatamos porque se produce un aumento de la síntesis de Hb y de BPG (favorece la liberación de O_2).

La [BPG] en la sangre de fumadores es mayor. El CO se une a la Hb en el mismo lugar que el O_2 formando carboxiHb e impidiendo el transporte de O_2.

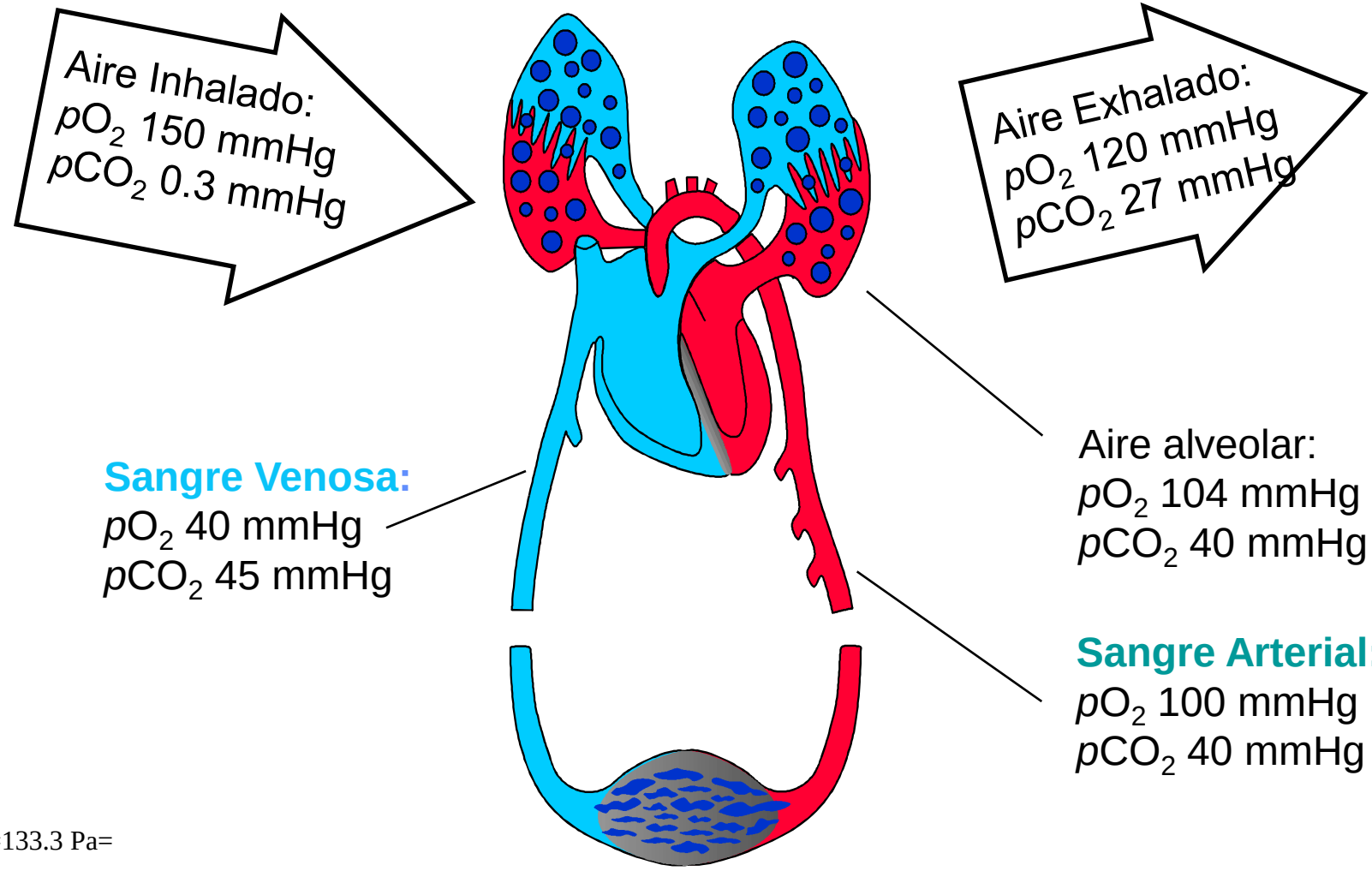
Durante el periodo fetal, el feto obtiene el O_2 de la sangre de la madre. La Hb fetal tiene cadenas γ en lugar de β y presentan menor afinidad por el BPG, lo que hace que la Hb F tenga mayor afinidad por el O_2 que la adulta.

Tipos de Muestra

- Arteriales
- Venosas
- Capilares



Ciclo Respiratorio (mmHg)



1 mmHg=133.3 Pa=

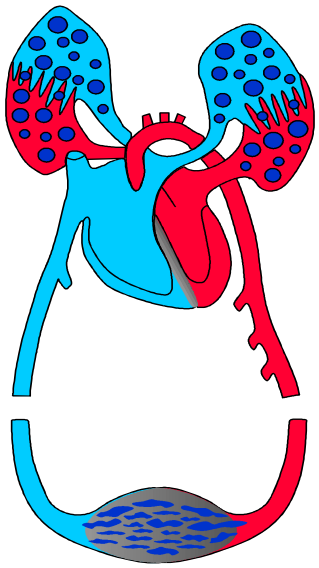
Tipos de muestra

- La sangre Arterial es la requerida para el análisis de gases en sangre
- La sangre capilar Arterializada puede ser utilizada como una alternativa a la sangre arterial
- La sangre venosa no es general mente utilizada para el análisis de gases en sangre

Sangre Arterial

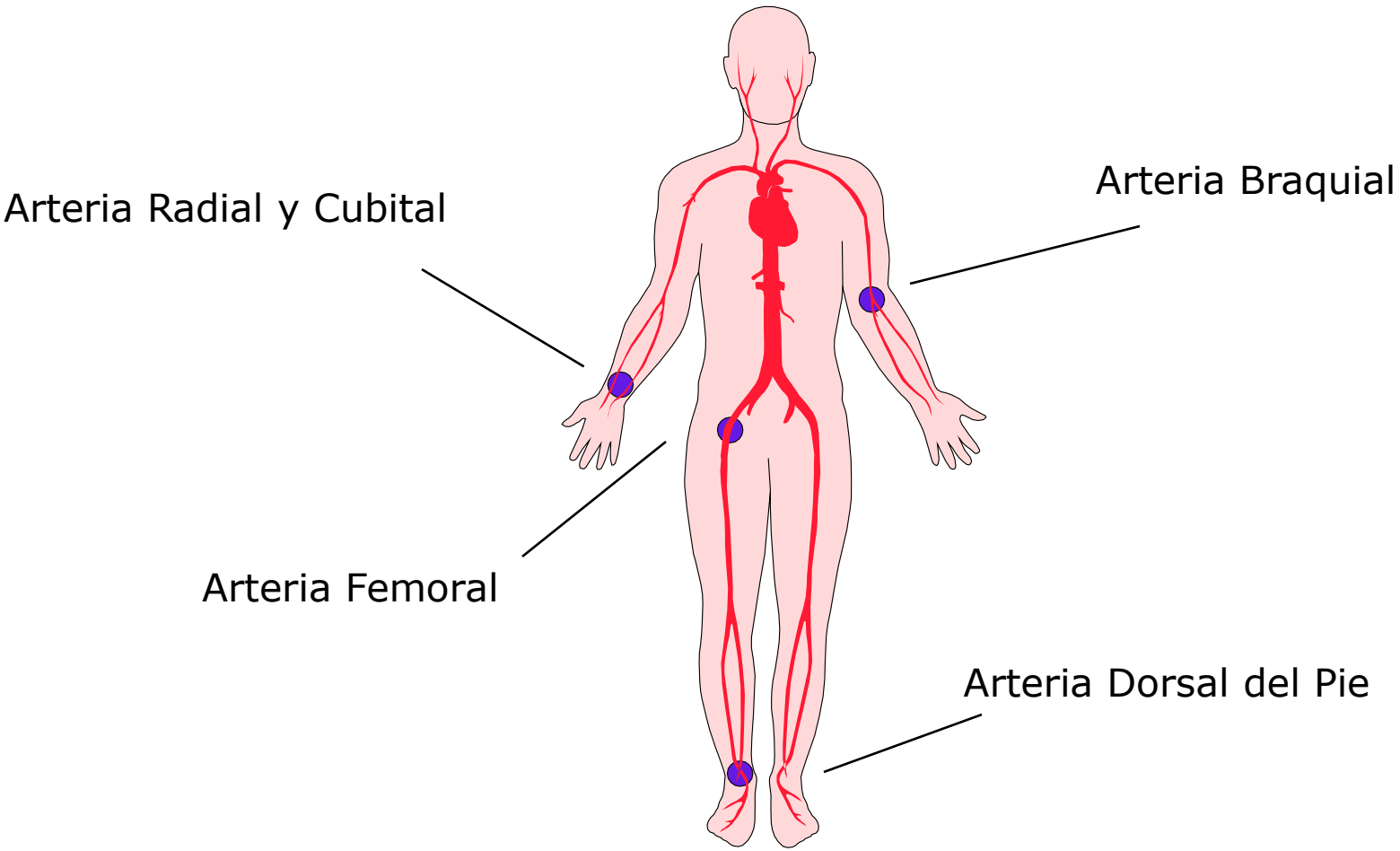
La información de la sangre arterial será generalmente igual independientemente del sitio de muestreo

Sangre Venosa
pO_2 40 mmHg
pCO_2 45 mmHg



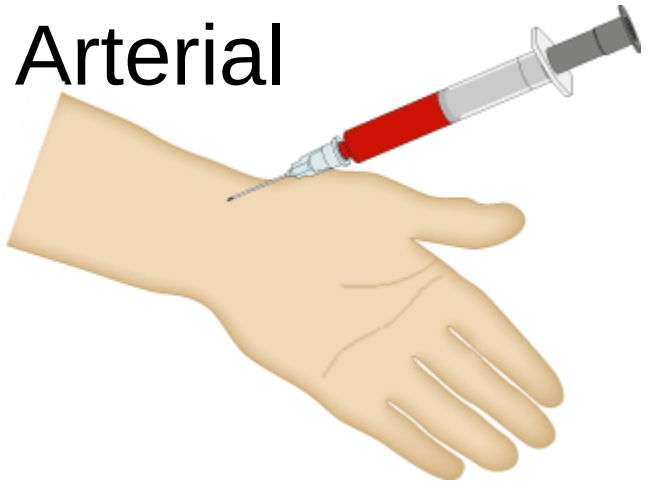
Sangre Arterial:
pO_2 100 mmHg
pCO_2 40 mmHg

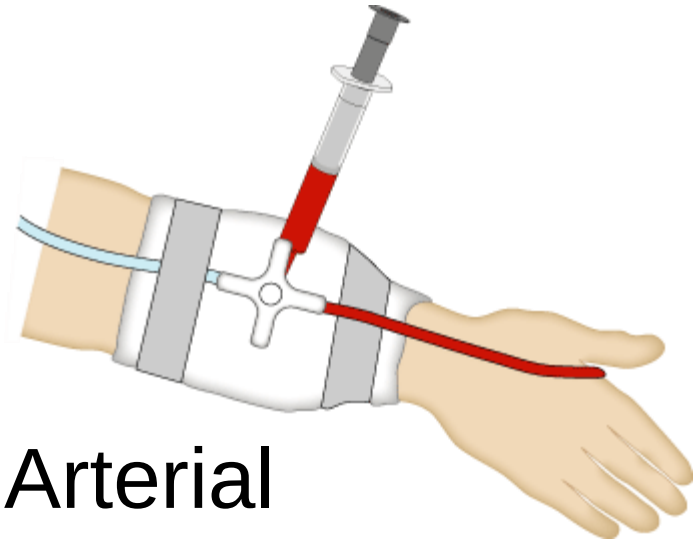
Sitios de Punción directa Arterial



Maneras de toma de Muestra arterial

- Punción directa Arterial

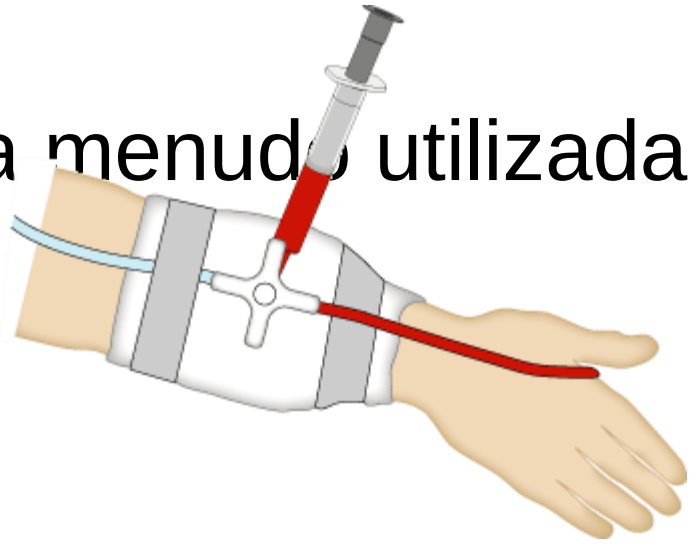




- Toma de línea Arterial

Catéter Arterial

- Cualquiera de las arterias mencionadas pueden ser utilizadas para colocación de catéter
- La arteria radial es la mas fácil, accesible y por lo tanto utilizada, especialmente en adultos
- La arteria braquial es a menudo utilizada con niños pequeños

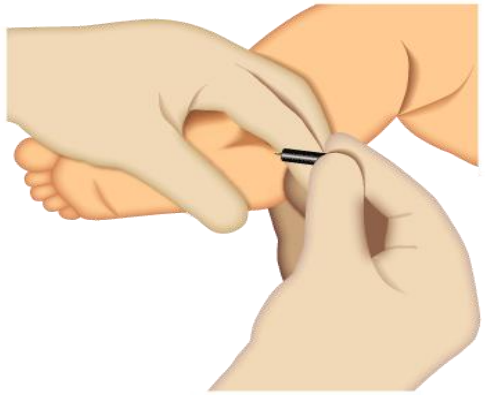


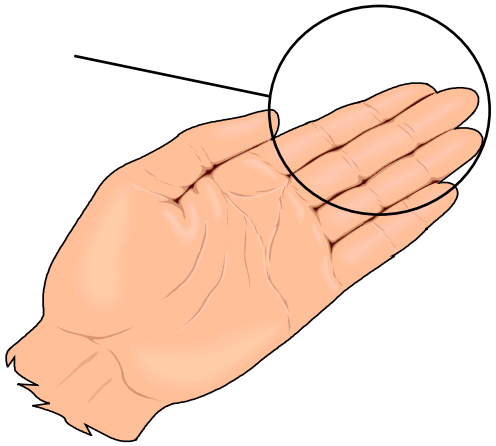
Muestras Capilares

- Cuando las circunstancias no permiten la toma de muestra arterial, la muestra capilar puede ser una buena opción En pacientes con la vasoconstricción periférica, las medidas capilares de pO2 no son un substituto satisfactorio para los valores arteriales pO2
- *Los valores de p*O_2 pueden diferenciar considerablemente

Sitios de Toma de Muestra Capilar

- Lóbulo del oído
- Dedos
- Dedo gordo
- Talón





Muestra Capilar

Para obtener resultados exactos de la sangre capilar, se debe prestar especial atención a:

- Arterialice y asegure suficiente muestra, una vasodilatación / hiperperfusión de el sitio de muestreo se logra calentando el área con una toalla o lámpara caliente
- El calentamiento de la piel aumentara el flujo de la sangre hasta 7 veces

Arterializar el Área de Muestreo

Circulación Capilar Normal

pO_2(a)= 90
pCO_2(a)=40

pO_2(c)= 60
pCO_2(c)=42

Circulación Capilar arterializada

pO_2(a)= 90
pCO_2(a)=40

pO_2(c)= 86
pCO_2(c)=41

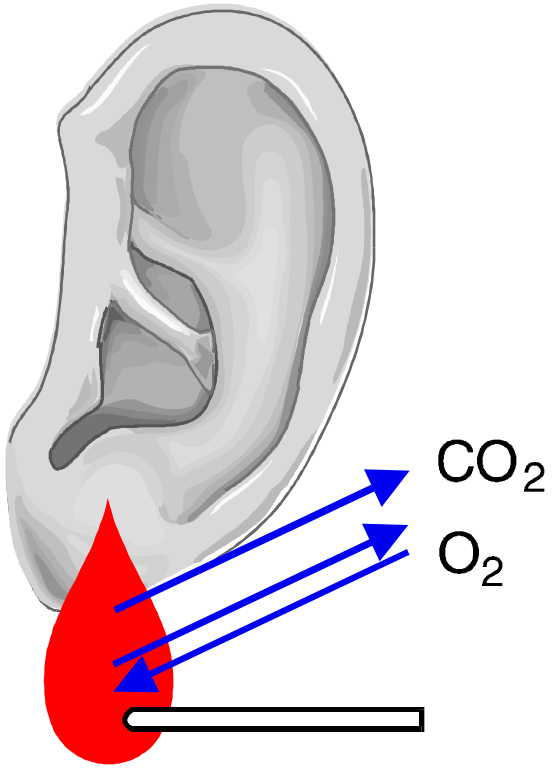
Contaminación por Aire Atmosférico

- Durante la toma de muestra capilar la sangre es expuesta a aire Atmosférico, puede modificar los valores de gases
  - pCO_2 los valores pueden disminuir
  - pO_2 los valores pueden aumentar o disminuir

Para reducir el riesgo de contaminación por aire atmosférico

Asegure suficiente flujo de sangre

- Formar una gota de sangre gruesa
- Tomar la muestra en el centro de la gota
- Selle el tubo capilar inmediatamente



Presión del área de toma de muestra

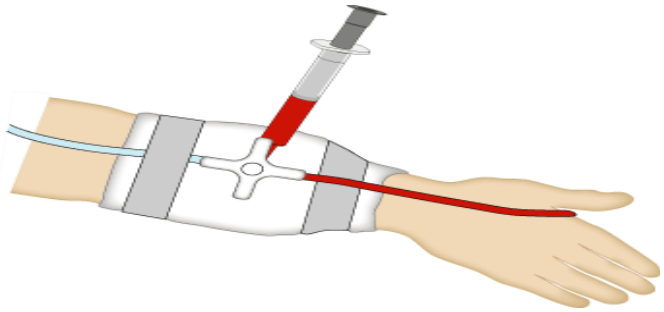
- Evite la sobre presión del área de toma de muestra
- La sobre presión del área puede producir
  - Des-arterialización de la muestra de sangre
  - Hemólisis de células sanguíneas
  - Mezcla de sangre y fluido tisular

Muestra Venosa

- La sangre venosa no puede ser usada para la evaluación del estado de oxigenación
- Además, los valores de pO_2 y sO_2 varían considerablemente dependiendo del órgano y de la vena de la cual fue tomada
- No hay mayor diferencia en pH, pCO_2, hemoglobina, electrolitos y metabolitos entre los valores venosos y arteriales

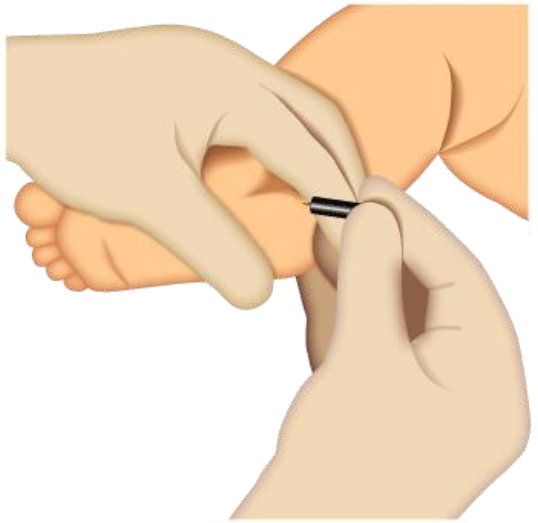
Catéter Arterial

- Ventajas
  - El mejor tipo de sangre para el analisis de gases (Comparada con capilar y venosa)
  - Muestra fácil de obtener por línea directa
  - Si dolor para el paciente
  - Elimina el riesgo asociado por múltiples punciones



Muestras Capilares

- Ventajas
  - Menos dolor
  - Menor riesgo de complicaciones
  - Menor volumen de muestra



- Desventaja
  - Valores de oxigeno no idénticos a los valores arteriales
  - Difícil técnica de dominar
  - El procedimiento es mas sensible a errores preanalíticos

Errores de la fase preanalítica

NCCLS – National Committee for Clinical Laboratory Standards

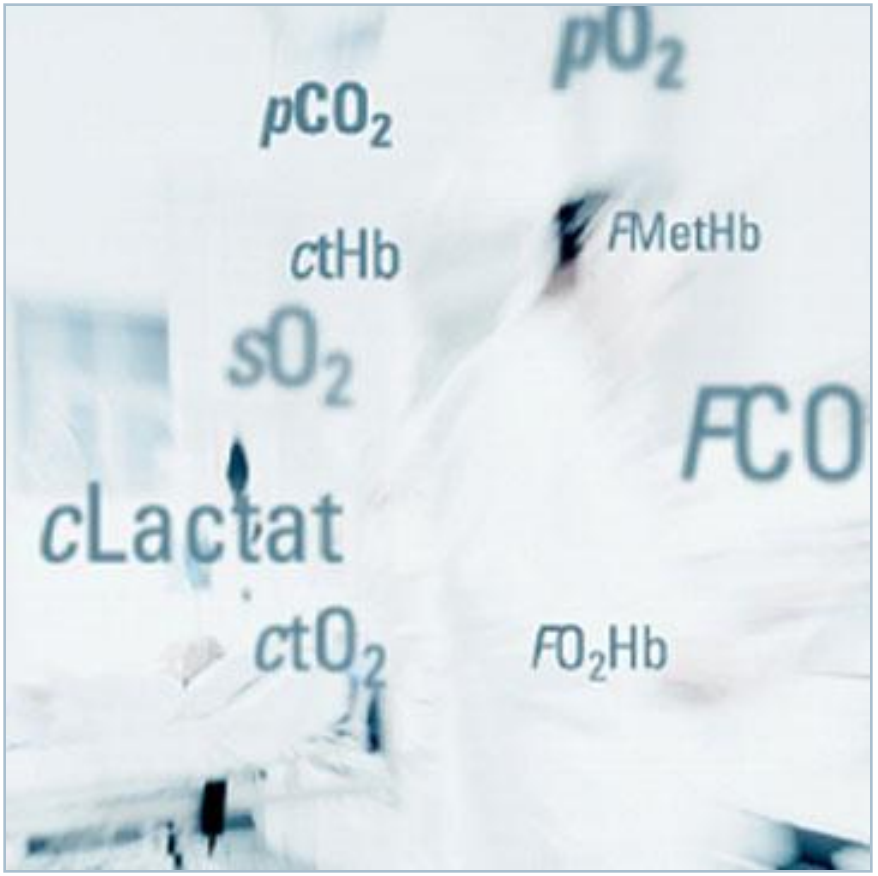
"La recolección de una muestra de gases en sangre, debe ser tan buena en la manipulación como en el transporte, ya que son factores de exactitud de los análisis clínicos de laboratorio y en última instancia en la entrega de los resultados para la calidad del cuidado del paciente"

"La sangre arterial es uno de los especimenes más sensibles enviados al laboratorio clínico para su análisis"

" En el cuidado del paciente el análisis de los gases en sangre y el pH son inmediatos y por sobre cualquier otra determinacion del laboratorio

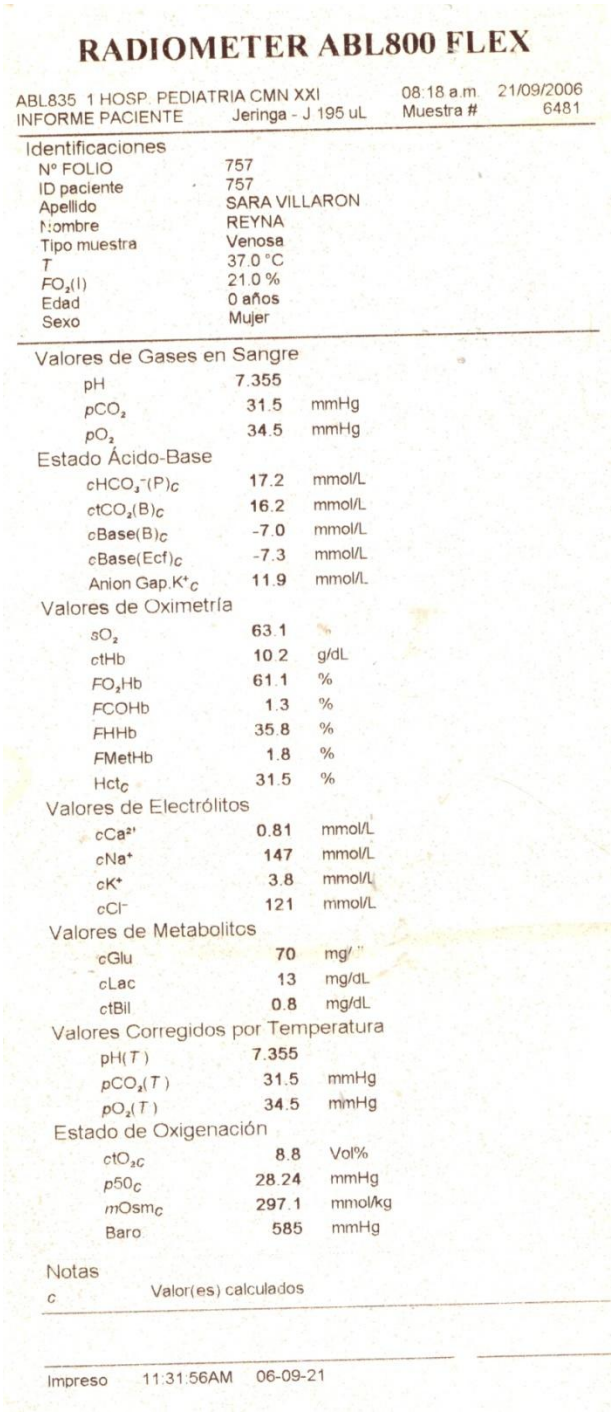
"Un resultado incorrecto en el análisis de gases en sangre y pH puede ser peor para el paciente que no reportar nada"

¿Que hace tan especial la prueba de gases en sangre?



- NO es igual a otras muestras de sangre
- Parámetros STAT
  - Menor Time
  - Deben ser analizadas en poco tiempo
  - pO_2, pCO_2, pH, LAC, GLU

  Resultados valiosos ahora
  - No en una hora
- Cambios en la composición de la muestra
- Cambios en el estado del paciente



RADIOMETER ABL800 FLEX

ABL835 1 HOSP. PEDIATRIA CMN XXI 08:18 a.m. 21/09/2006
INFORME PACIENTE Jeringa - J 195 uL Muestra # 6481

Identificaciones

Nº FOLIO	757
ID paciente	757
Apellido	SARA VILLARON
Nombre	REYNA
Tipo muestra	Venosa
T	37.0 °C
$FO_2(I)$	21.0 %
Edad	0 años
Sexo	Mujer

Valores de Gases en Sangre

pH	7.355	
pCO_2	31.5	mmHg
pO_2	34.5	mmHg

Estado Ácido-Base

$cHCO_3^-(P)_c$	17.2	mmol/L
$ctCO_2(B)_c$	16.2	mmol/L
$cBase(B)_c$	-7.0	mmol/L
$cBase(Ecf)_c$	-7.3	mmol/L
$Anion\ Gap.K^+_c$	11.9	mmol/L

Valores de Oximetría

sO_2	63.1	%
ctHb	10.2	g/dL
FO_2Hb	61.1	%
FCOHb	1.3	%
FHHb	35.8	%
FMetHb	1.8	%
Hct_c	31.5	%

Valores de Electrólitos

cCa^{2+}	0.81	mmol/L
cNa^+	147	mmol/L
cK^+	3.8	mmol/L
cCl^-	121	mmol/L

Valores de Metabolitos

cGlu	70	mg/dL
cLac	13	mg/dL
ctBil	0.8	mg/dL

Valores Corregidos por Temperatura

pH(T)	7.355	
$pCO_2(T)$	31.5	mmHg
$pO_2(T)$	34.5	mmHg

Estado de Oxigenación

ctO_2c	8.8	Vol%
$p50_c$	28.24	mmHg
$mOsm_c$	297.1	mmol/kg
Baro	585	mmHg

Notas

c Valor(es) calculados

Impreso 11:31:56AM 06-09-21

Consideraciones

- Las gasometrías son pruebas 100 % urgentes.
- El resultado se basa en una serie de datos (que pueden ser hasta 40 parámetros) y no en uno solo.
- La interpretación de los gases en sangre requieren de conocimiento especial.

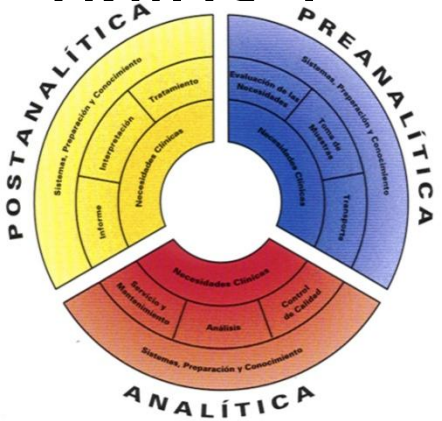
gasometría

- Las mediciones de gases en sangre son de carácter urgente para evaluar:
  - Edo. de oxigenación y Eq. Ácido-Base
  - La implementación de un Tx. apropiado.
  - Modificación al Tx. Actual

pH	Indica la acidez o la alcalinidad de la sangre	
pCO_2	Si la pCO2 aumenta y el pH disminuye indica acidosis respiratoria	pH
pCO_2	Si la pCO2 disminuye y el pH aumenta indica alcalosis respiratoria.	**pH**
HCO_3-	Si HCO3- disminuye y el pH disminuye indica acidosis metabólica	pH
HCO_3-	Si HCO3- aumenta y el pH aumenta indica alcalosis metabólica.	**pH**
pO_2	Indica el funcionamiento de los pulmones en la captación de oxígeno	

FASES DEL CIRCULO DE CALIDAD DE RADIOMETER

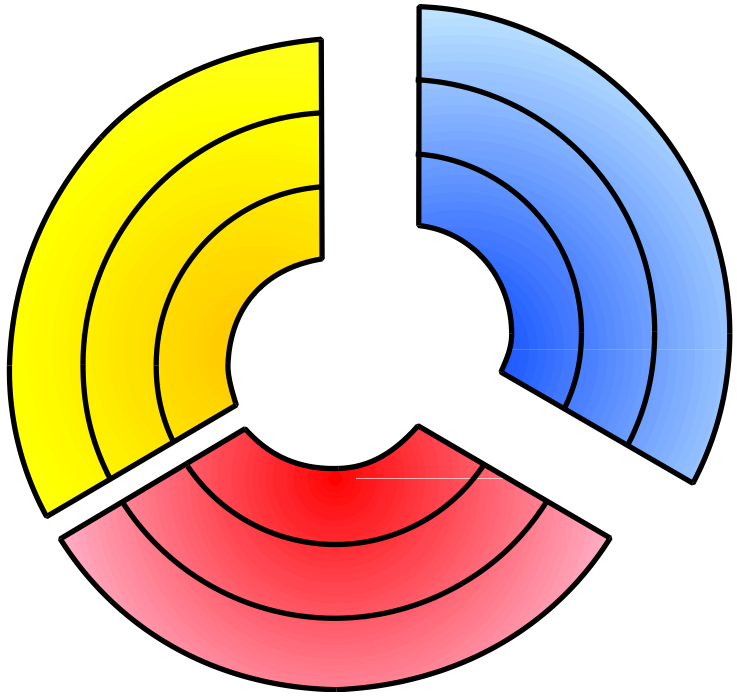
1. *Fase Preanalítica.* Decisión de extraer una muestra, y en su caso, extracción y transporte.
2. *Fase Analítica.* Análisis de la muestra .El correcto funcionamiento del analizador de gases en sangre.
3. *Fase Postanalítica.* Gestión de datos e informes particularizados, inter de resultados y el tra correspondiente.



FASE PREANALÍTICA

- “La Fase Preanalítica es el eslabón más débil del Círculo de Atención al Paciente”

•Los Parámetros de gases en sangre son especialmente susceptibles a errores en la fase Preanalítica, debido a la naturaleza volátil de los gases y al metabolismo



FASE PREANALÍTICA

- **IMPORTANCIA DEL CORRECTO MANEJO DE LA MUESTRA**

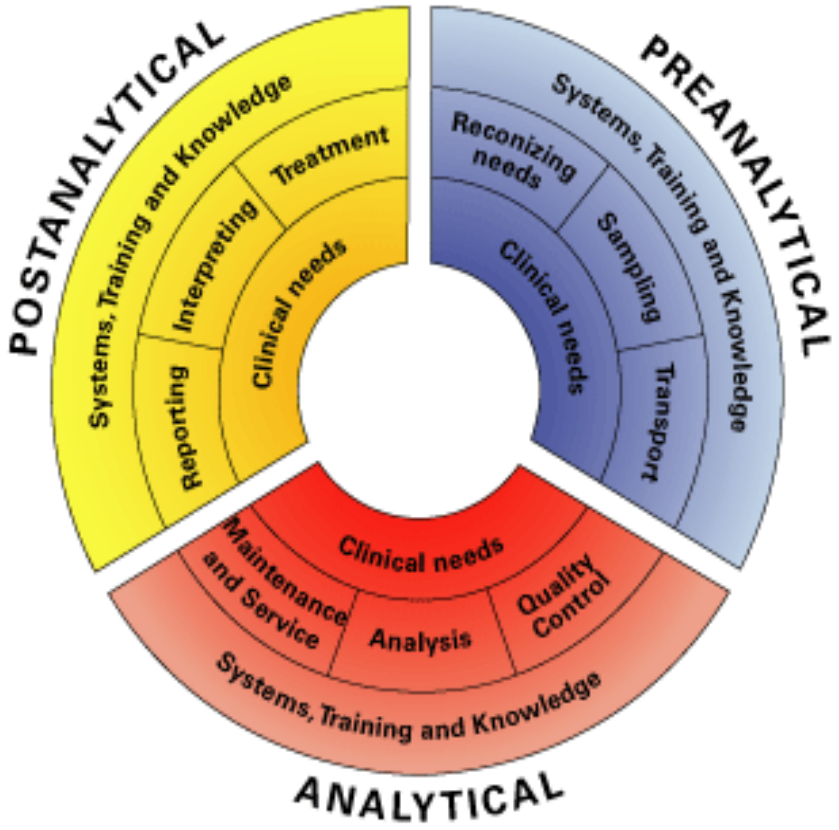
CLSI (NCCLS)

"Collection of a blood specimen, as well as its handling and transport, are key factors in the accuracy of clinical laboratory analysis and ultimately in delivering quality patient care."

CLSI (*NCCLS) Document H11-A; Percutaneous Collection of Arterial Blood for Laboratory Analysis; Approved Standard*

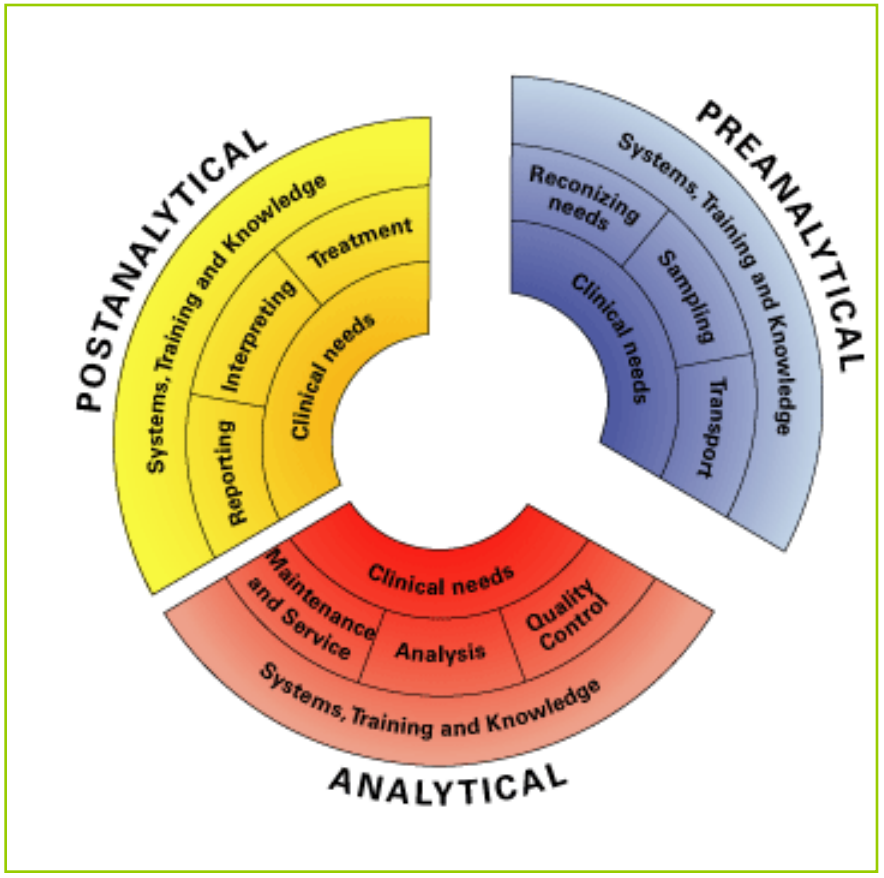
NCCLS: National Committee for Clinical Laboratory Standards
CLSI: Clinical Laboratory Standar Institute

El Círculo de Atención del Paciente ™



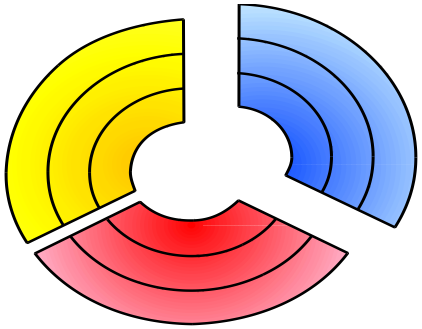
- La fase preanalítica
  - Decisión
  - Orden/Requerimiento
  - Recolección de la Muestra
  - Transporte y almacenaje
- La fase analítica
- Análisis y Verificación de la realización del análisis
- La fase postanalítica
  - Interpretación de datos
  - Manejo de Datos
  - Reporte
  - Tratamiento del paciente

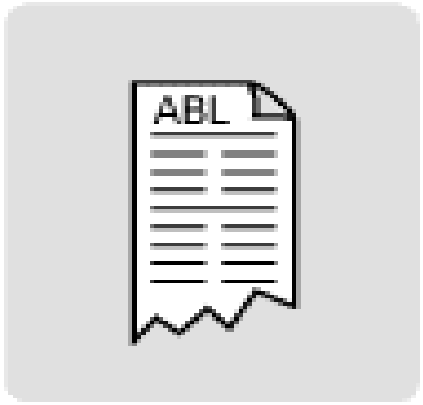
“El acoplamiento débil ”

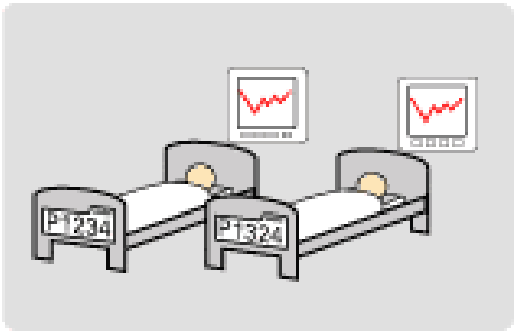


- Asegure que la muestra represente el estado del paciente
- Existen numerosos errores potenciales.
- Se puede superar con:
  - –Entrenamiento
  - –Manual de usuario
  - –Productos para tomar las muestras
- Los analizadores de gases en sangre de hoy son altamente exactos

Implicación de los errores







- Errores realizados en el período anterior al análisis de la muestra...
- puede influenciar en la calidad final de los resultados medidos...
- Y compromete el tratamiento del paciente

Los pasos de la fase preanalítica

Preparación antes de la muestra

Muestreo/Manipulación

Almacenamiento/Transporte

Preparación anterior al análisis

Errores preanalíticos potenciales

Preparación antes del muestreo

- Olvido o paciente incorrecto/ identificación de la muestra
- Tipo o cantidad incorrecta de anticoagulante
  - dilución debido al uso de heparina líquida
  - insuficiente cantidad de heparina
  - unión de los electrolitos a la heparina
- Estabilización inadecuada de la condición respiratoria del paciente.

Muestreo/Manipulación

- Toma Inadecuada en la purga de la línea arterial anterior a la toma de muestra.
- Mezcla de sangre arterial y venosa durante la punción
- Burbujas de aire en la muestra
- Mezclado insuficiente con la heparina

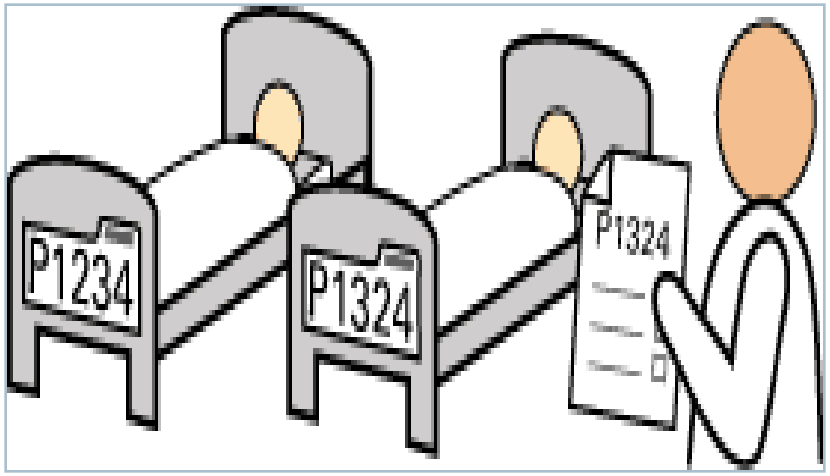
Almacenaje /Transporte

- Almacenaje Incorrecto
- Hemólisis de la células sanguíneas

Preparación anterior a la transferencia de la muestra

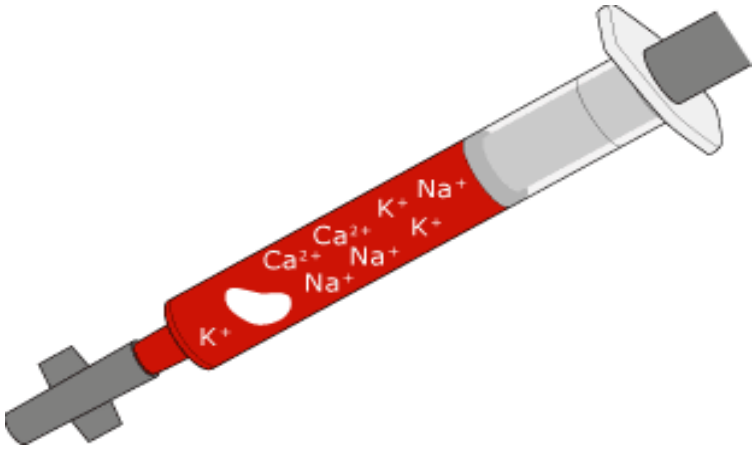
- Inspección visual de coágulos en la muestra
- Mezclado inadecuado de la muestra antes del análisis
- Falla al identificar la muestra antes del análisis

ID del Paciente



- Es esencial que la muestra sea etiquetada antes de ser tomada o inmediatamente después de tomada

Anticoagulantes



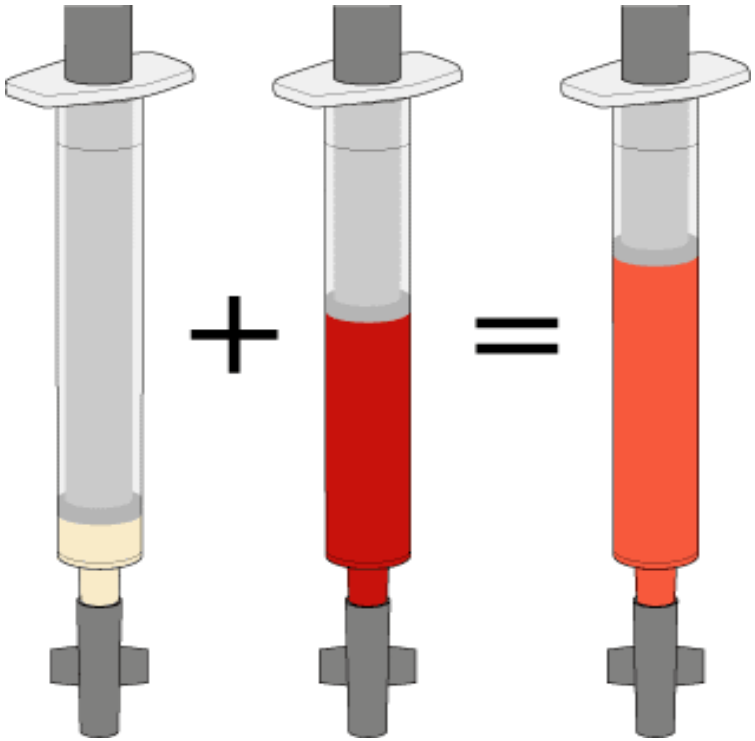
- Las jeringas y tubos capilares más modernos tienen o están revestidas con heparina para evitar la coagulación en las muestras y dentro del analizador de gases

Otros anticoagulantes por ejemplo: Los citratos y EDTA son levemente ácidos. Hay un riesgo del pH que es falso bajo por este efecto.

Anticoagulantes

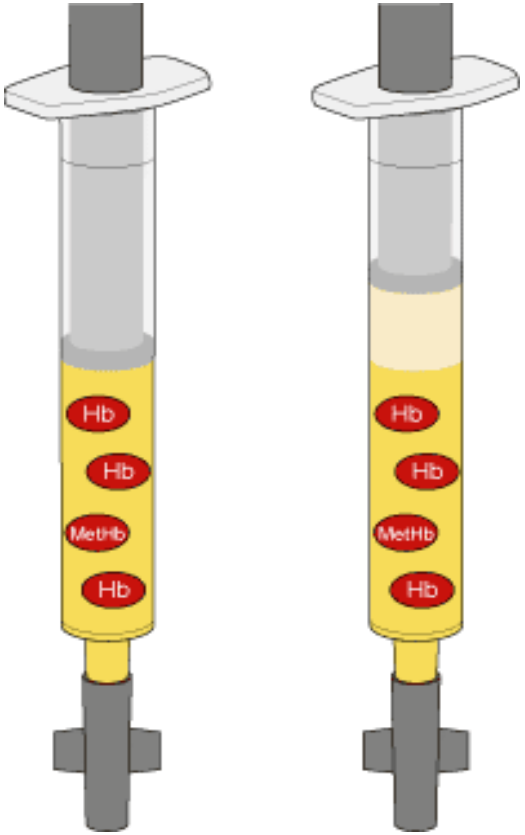
- Los diferentes tipos de heparina son:
  - Heparina líquida no balanceada
  - Heparina seca no balanceada
  - Heparina seca balanceada electrolíticamente (Na^{+}, K^{+}, Ca^{2+})
  - Heparina seca balanceada del Ca^{2+}-

Heparina Liquida = Dilución



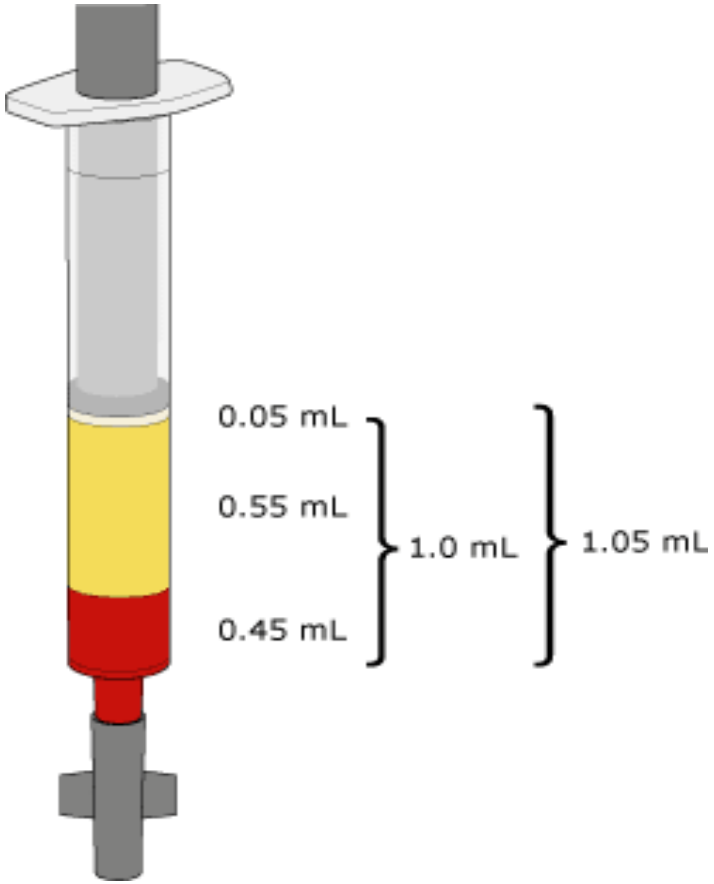
- El uso de heparina liquida como anticoagulante causa dilución de la muestra
- Puede afectar los valores medidos significantemente

Dilución



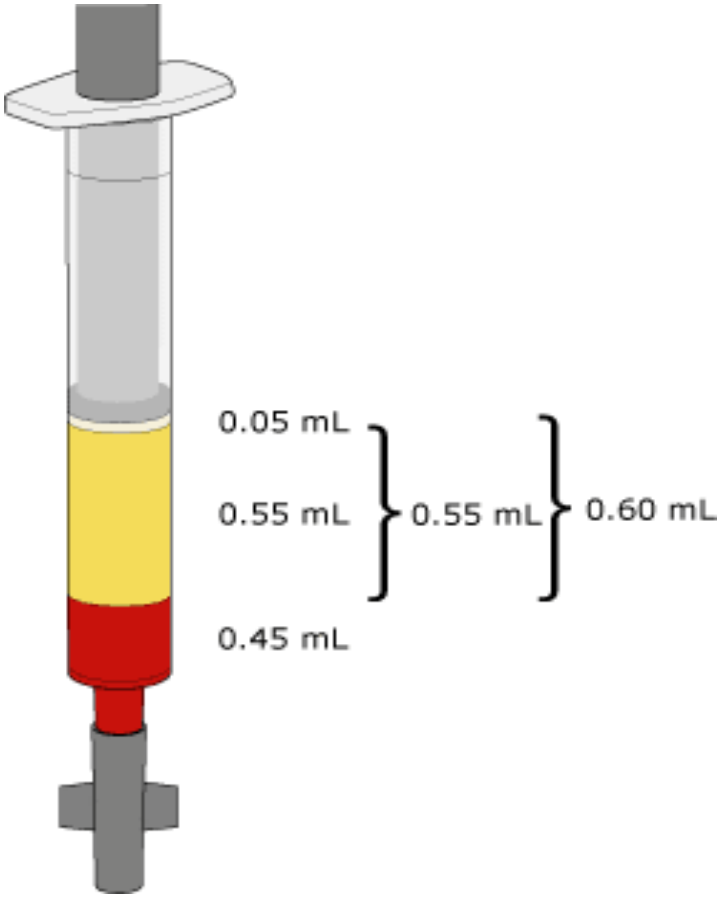
- Cuando la heparina se mezcla con la muestra sanguínea diluye el plasma y no los componentes contenidos en las células sanguíneas.
- Consecuentemente
  - –Hay desviación en los componentes del plasma
  - –Los parámetros dados en la oximetría como fracciones no presentan desviación.

Dilución – parámetros en sangre total



- Los parámetros que están presentes en las muestras de sangre total, como es la CO_2 será diluida como se describe abajo :
- 0.05 mL de heparina líquida es mezclada con 1.0 mL (Hct 45 %) de la muestra de sangre
- La muestra es diluida de 1.0 a 1.05 mL, ej. 5 %

Dilución - Electrolitos en Plasma



- Los electrodos de Ion-selectivo de los analizadores de gases en sangre miden *electrolitos en plasma*
- 0.05 mL de heparina se mezclan con 0.55 mL de plasma
- En la fase plasma es diluida de 0.55 mL a 0.60 mL, ej. ~ 10 %

El efecto de la dilución depende de los parámetros

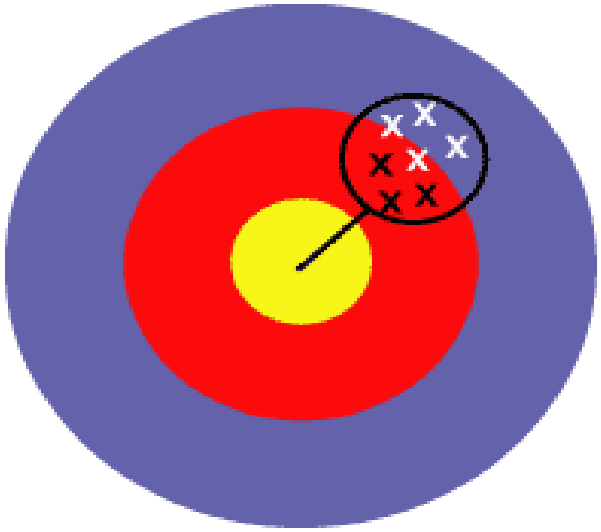
- Los valores de los electrolitos en plasma decrecerán linealmente con la dilución del plasma
- Valores en la *p*CO_2, *c*Glucosa y *c*tHb decrecerán linealmente con la dilución de la muestra entera
- Los valores de pH y *p*O_2 son relativamente no afectados por la dilución

1) Börner U, Müller H, Höge R, Hempelmann G. The influence of anticoagulant on acid-base status and blood-gas analysis. Acta Anaesthiol Scand 1984; 28: 277-79.
2) Hutchison AS, Ralston SH, Dryburgh FJ, Small M, Fogelmann I. Too much heparin: possible source of error in blood gas analysis. Br Med J 1983; 287: 1131-32.

parámetros

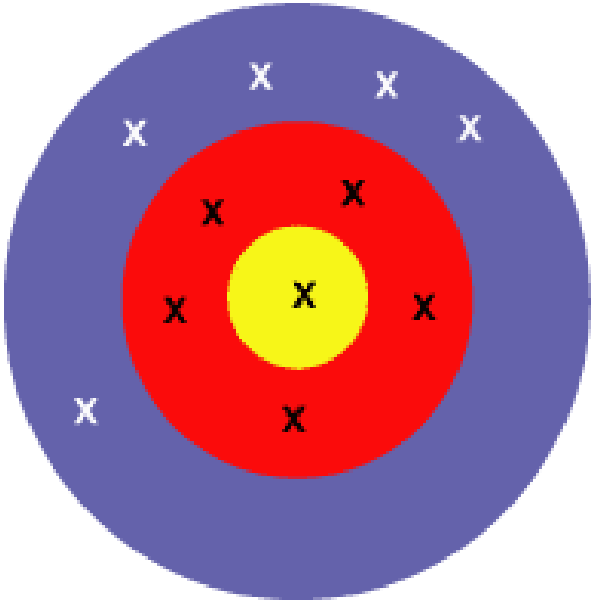
- *p*O_2: solo 2 % del O_2 es fisiológicamente disuelto en el plasma
  Los parámetros dados como fracción de la Oximetría (o %) no serán afectados
- pH: el rango entre la CO_2 y el bicarbonato es relativamente inafectado por la dilución (pero decrece linealmente con la dilución de la muestra de sangre total [1, 2])

Errores de Dilución – en teoría



- Sí el operador toma exactamente la misma cantidad de heparina líquida y extrae exactamente el mismo volumen de muestra en cada toma, el error de dilución se convertirá en un “error sistémico” y podrá ser corregido

Errores de Dilución – en la practica



- El porcentaje de la dilución en las muestras varia:
  - –El personal no dosifica exactamente la misma cantidad de heparina cada vez.
  - –El personal no extrae exactamente el mismo volumen de muestra de sangre

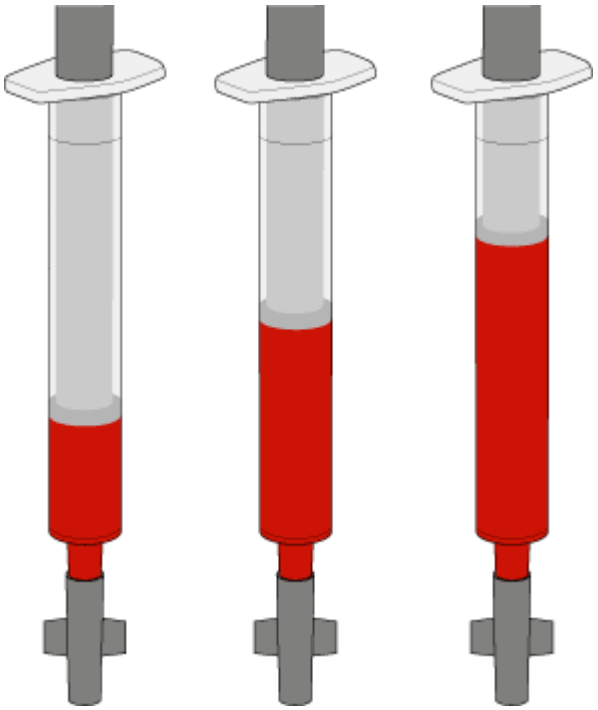
Por consecuencia, los errores de dilución no son sistémicos y por lo tanto imposibles de corregir
Bajo tales circunstancias puede existir un engaño clínico para comparar muestras secuenciales del mismo paciente

Cantidad de heparina

- Las jeringas para el análisis de gases en sangre pueden contener concentraciones amplias de heparina.
- Las unidades son típicamente dadas como IU/mL de sangre, (unidades internacionales de heparina por mL de sangre)
- Para obtener una suficiente concentración adecuada de la heparina en la muestra, se debe tomar el volumen de la sangre recomendado por el vendedor de la jeringa
- Heparina líquida: La concentración mínima de la heparina es de 500 U.I. por ml.
- Heparina de 5,000 a 25,000 U.I por ml.
- Se mezcla bien
- Difícil de dosificar
- Diluye la muestra
- pH ácido (cercano al 7.00)
- Efecto de dilución cercano al 20%
- pH falsamente bajo (ácido)

SÍ porque las altas concentraciones del heparina no-equilibrada, pueden causar falsos resultados bajos de electrólitos

Cantidad de heparina, un ejemplo

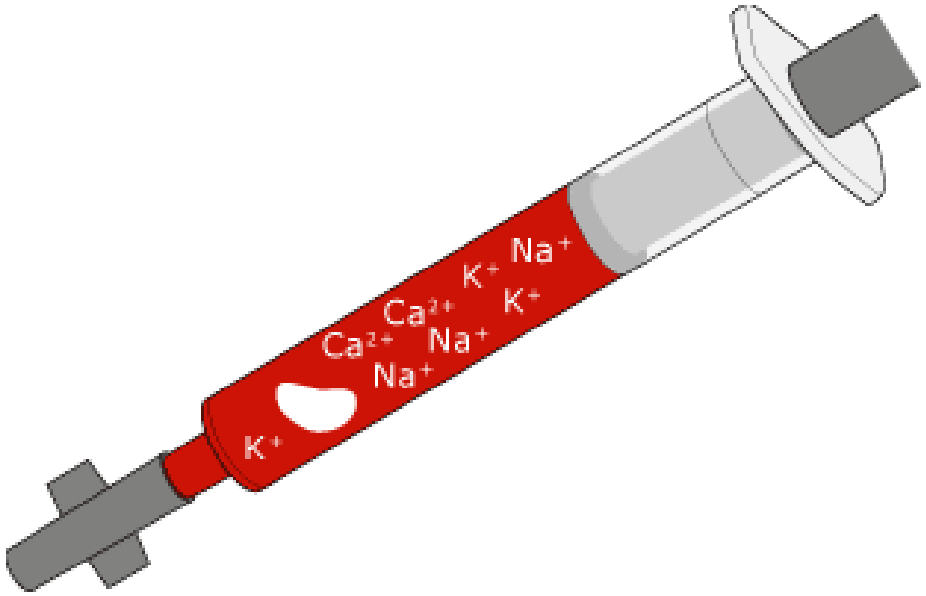


75 IU/1 mL 75 IU/1.5 mL 75 IU/2 mL

¿Es un problema tener una concentración más alta de heparina?

- Una jeringa está indicada para contener 75 IU/mL cuando está llena de 1.5 ml de sangre
- Esto significa que la jeringa contiene un total de 75 IU de heparina seca. El vendedor recomienda el llenar la jeringa con un volumen de muestra de 1.5 ml
- Si el usuario toma 2 ml o más, la concentración de la heparina que resulta, será demasiado baja y la muestra se puede coagular
- Si el usuario toma solamente 1 ml, la concentración del heparina que resulta será más alta que la concentración recomendada

Unión de la Heparina-Unión a los Electrolitos



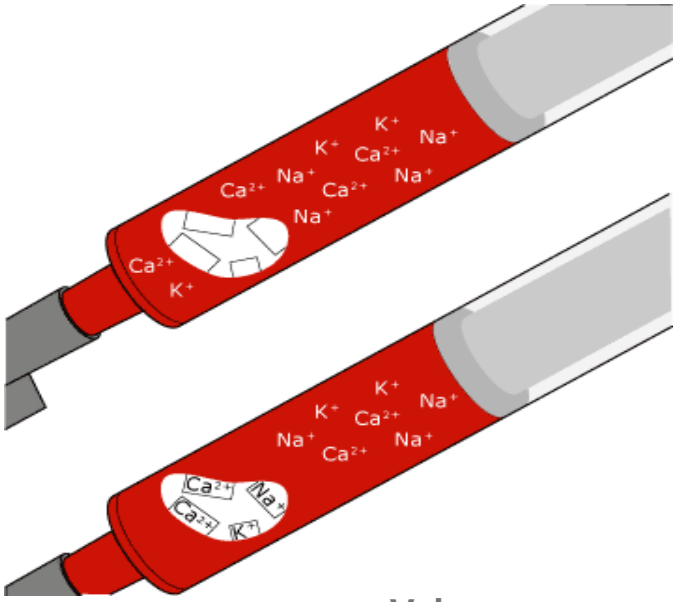
- La heparina se une a los iones positivos como son Ca^{2+}, K^{+} y Na^{+}
- Los electrólitos que pasan a la heparina no serán medidos por los electrodos de Ion-selectivo
- El efecto final serán falsos valores medidos bajos

•El efecto de unión y la inexactitud de los resultados

• son especialmente significativos para el *c*Ca2+

Unión al Ca^{2+}

Valor real
1.15 mmol/L

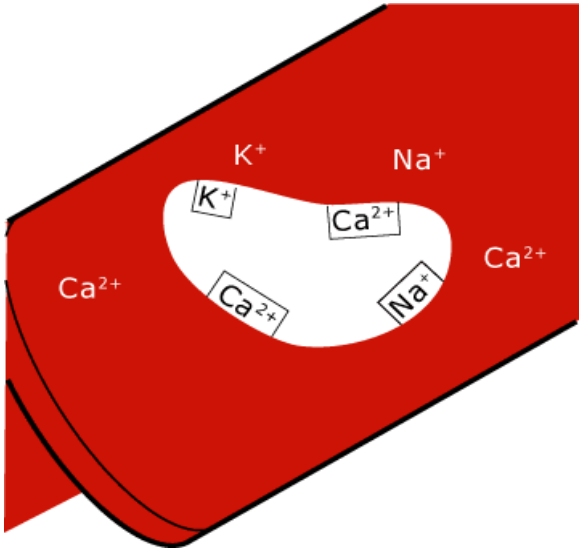


Valor
Medido1.08
mmol/L

- La muestra en cuestión tiene un valor real de 1.15 mmol/L del cCa^{2+}
- Cuando se utilizan 50 I.U. De heparina seca descompensada por mL de plasma da como resultado un valor de 1.08 mmol/L
- El decremento de 0.07 mmol/L corresponde al 50 % del rango de referencia para el cCa^{2+} (1.15 - 1.29 mmol/L)

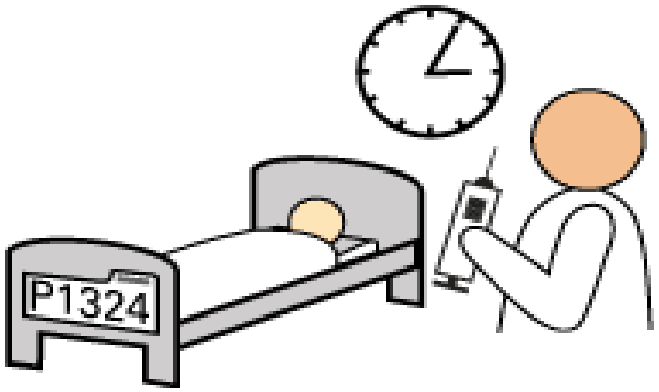
Siggard-Andersen O, Thode J, Wandrup J. The concentration of free calcium ions in the blood plasma “ionized calcium” (AS79).

Heparina electrolíticamente-balanceada



- La heparina balanceada electrolíticamente reduce significativamente el efecto de unión y por lo tanto un resultado inadecuado
- Los electrólitos se agregan a la heparina de modo que la actividad de los electrólitos en el heparina están balanceados similar que en el plasma normal
- No existe desviación para los valores en rangos normales
  - las muestras con concentraciones bajas o altas serán afectadas por una desviación positiva o negativa casi nula

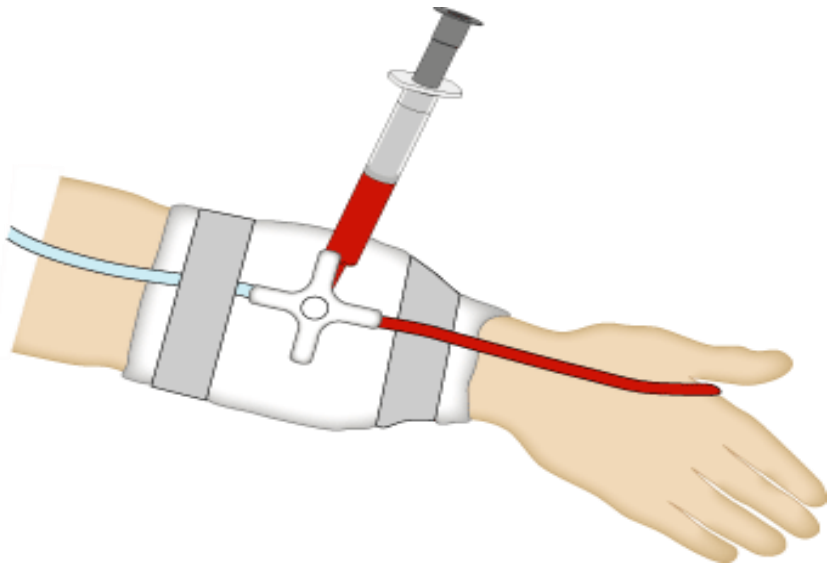
Estabilización de las condiciones respiratorias



- Para obtener un cuadro verdadero de la condición respiratoria del paciente, el paciente debe estar idealmente en un estado constante de la ventilación
- los pacientes deben estar en reposo ventilatorio por 5 minutos los ajustes ventilatorios deben estar sin cambios por 20 minutos

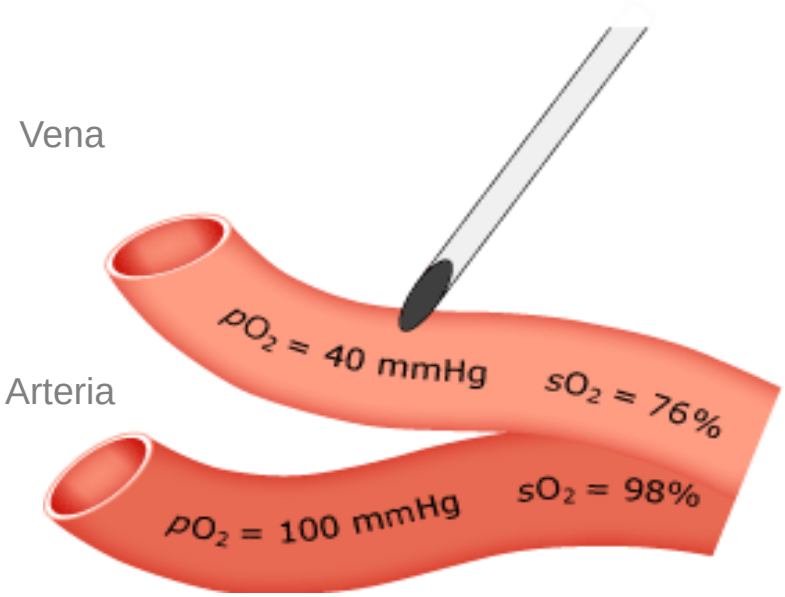
- El dolor y la ansiedad de la punción arterial pueden influenciar en el estado de la respiración y deben ser reducidos al mínimo.

Purga inadecuada de la solución de la línea-a



- Las soluciones utilizadas en la línea-a se deben purgar totalmente del sistema para evitar una dilución de la muestra de sangre
- Se recomienda para retirar un volumen igual de tres a seis veces el "espacio muerto" del sistema del catéter (NCCLS)

Mezcla de sangre venosa y sangre arterial



- Al puncionar una arteria es importante evitar que accidentalmente la sangre arterial se mezcle con sangre venosa
- Esto puede, por ejemplo, ocurrir, si se punciona una vena antes de localizar la arteria
- Incluso una cantidad pequeña de sangre venosa puede predisponer perceptiblemente los resultados

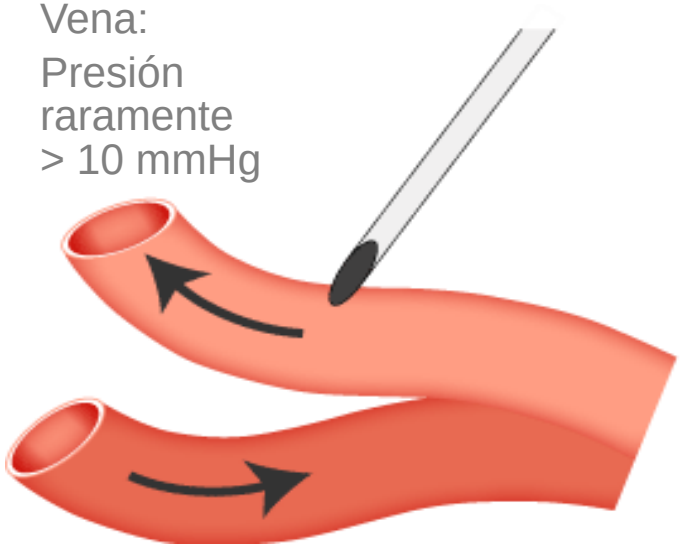
•Esto es especialmente en la pO2 y de la SO2,

• pero otros parámetros también pueden verse afectados

Mezcla de sangre venosa y sangre arterial

Vena:

Presión raramente > 10 mmHg

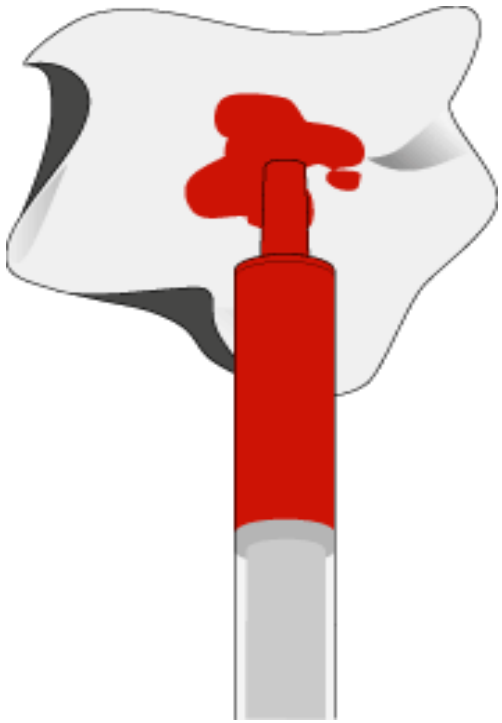


Arteria:

Presión Sistólica normalmente > 100 mmHg

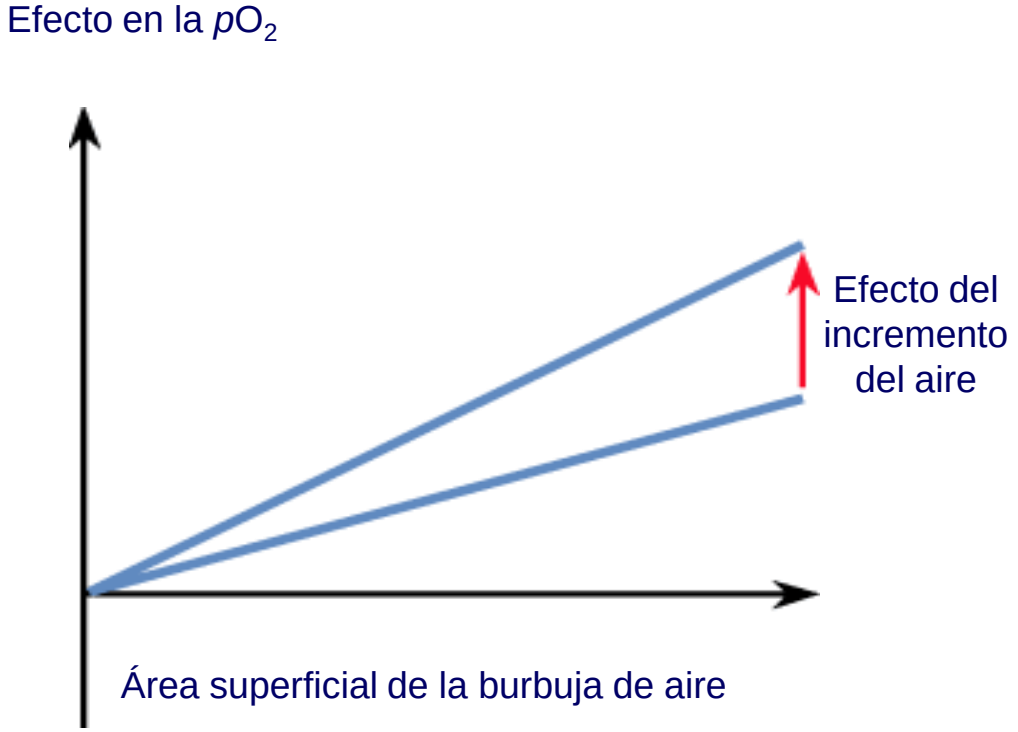
- En las arterias la presión de la sangre es lo suficientemente alta como para llenar una jeringa de auto-llenado
- En el caso que una jeringa de auto-llenado no se pueda llenar es porque una vena ha sido puncionada
- En este caso debe ser tomada otra muestra

Burbujas de Aire



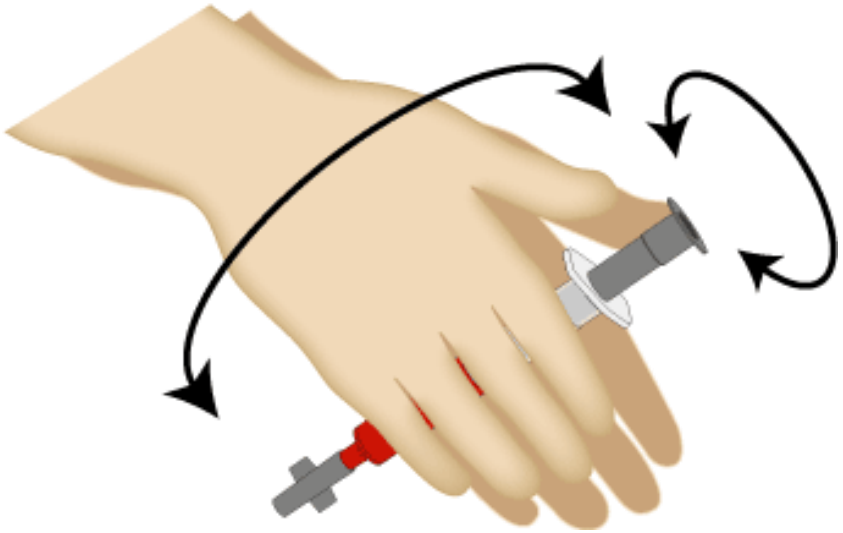
- Cualquier burbuja de aire contenida en la muestra debe ser expelida tan rápido como sea posible después que la muestra ha sido tomada
  - –Antes de mezclar la muestra con la heparina
  - –Antes de enfriar la muestra
- Aún burbujas de aire muy pequeñas pueden afectar muy seriamente el valor de la pO_2 de la muestra, normalmente resultando con incremento de los resultados
- Una burbuja de aire que pudiera tener un volumen relativo de entre 0.5 a 1.0 % de sangre contenido en la jeringa significaría un error potencial

Los efectos de las burbujas de aire dependen de:



- **Tamaño de las burbujas**
- **Cantidad de burbujas**
- **Estado inicial del oxígeno de la muestra**
- **Tiempo más largo**
- **Temperatura más baja**
- **Aumento en la agitación**

Insuficiente mezclado con la heparina



- Un mezclado insuficiente puede causar coagulación de la muestra
- Se recomienda que la homogenización de la muestra de la sangre con la heparina sea:
- Invertir la jeringa 10 veces y rótela entre las palmas de las manos

Recomendaciones de Almacenamiento

Recomendaciones de Almacenamiento General
No congele la muestra
Analícela dentro de los 30 minutos posteriores a la punción
Para muestras con un pO_2 alto
Analice dentro de 5 minutos posteriores a la punción

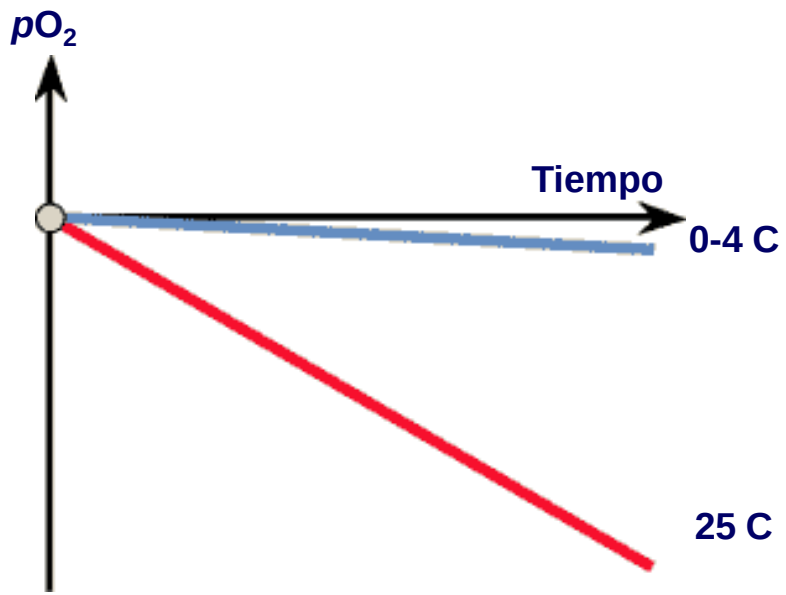
Para estudios especiales, ejem. shunt
Analice dentro de 5 minutos

Para muestras con leucocitos altos o el conteo de plaquetas
Analice dentro de 5 minutos

Retrazo en el análisis
Cuando se espera un retrazo en el análisis por más de 30 minutos, se recomienda el uso de jeringas de vidrio (?) y almacenar la muestra en hielo

- El tiempo del almacenamiento y del transporte debe ser mínimo
  - –Debido a la naturaleza volátil de los gases
  - –Continúa el metabolismo en la sangre
- Para el panel de parámetros que incluyen GLU/LAC, téngase en cuenta que el almacenamiento de 30 minutos o más puede conducir a resultados con desviaciones negativas
- Es una recomendación de la NCCLS evitar que las muestras en jeringas de plástico sean enfriadas

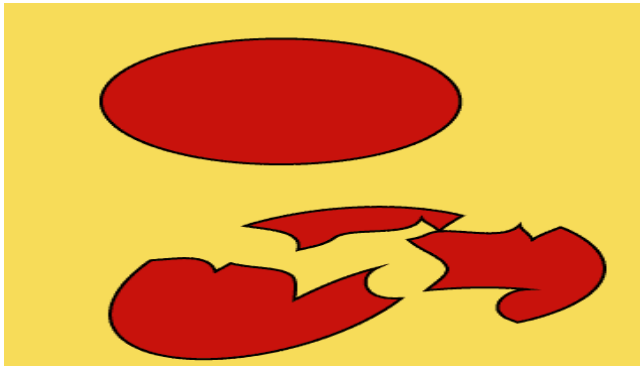
Retraso del metabolismo celular



- Las muestras de gases en sangre en tomadores de muestras de cristal pueden ser enfriados
- Almacenar la muestra a una temperatura más baja (°C 0-4) retrasará el metabolismo en por lo menos un factor de 10 veces (NCCLS)
- Enfriar la muestra con hielo fino
- Nunca almacene las muestras directamente en el hielo ya que esto causa hemólisis en las células de la sangre

NCCLS Document C27-A; Blood Gas Pre-Analytical Considerations: Specimen Collection, Calibrations and Controls; Approved Guideline

Hemólisis de las células sanguíneas

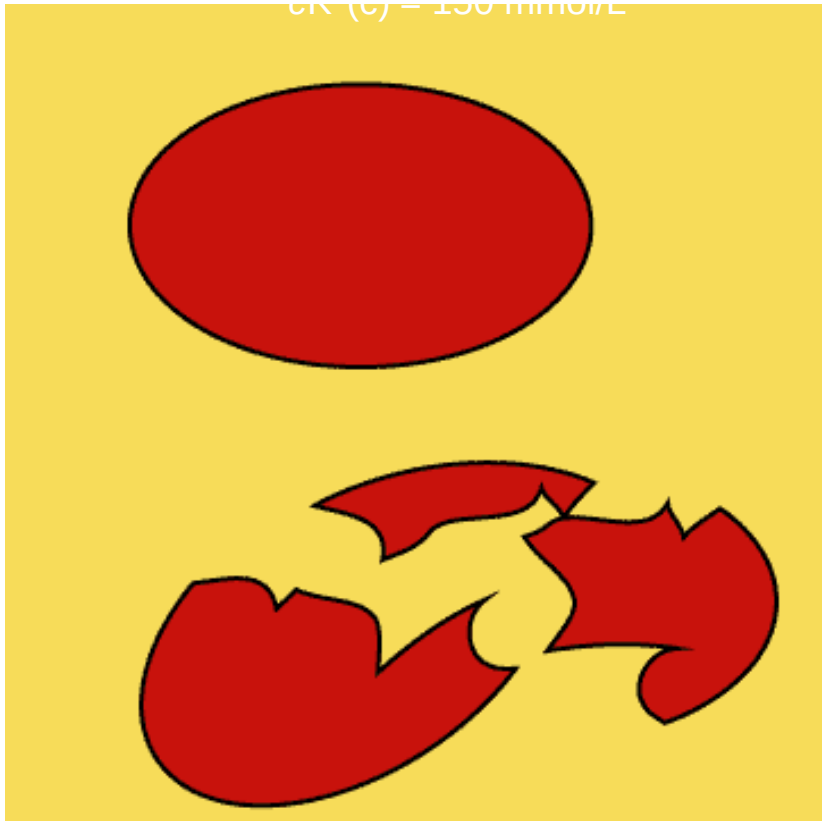


- Las células sanguíneas son relativamente frágiles, y por lo tanto es fácil que ocurra la hemólisis durante la toma de la muestra

La hemólisis puede, por ejemplo, ocurrir debido a:

- La alta presión de aspirado a través de una entrada estrecha (ej. durante la aspiración de muestra demasiado vigorosa, la transferencia de la muestra al analizador, etc.)
- frotamiento vigoroso o exceso en la presión de la piel durante el muestreo capilar
- También al momento de mezclar
- Enfriar la muestra por debajo de los 0 ºC

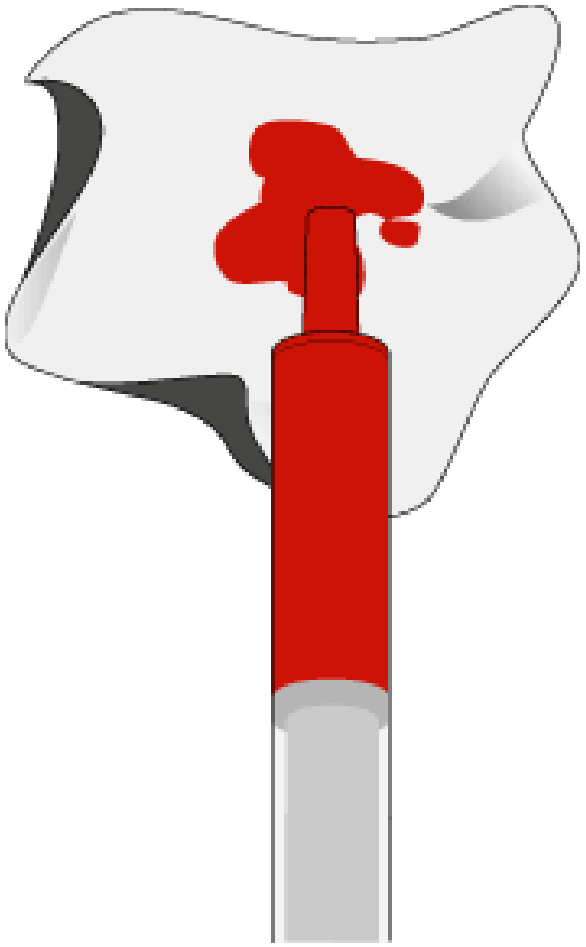
Hemólisis



$cCa^{2+}(P) = 1.2$ mmol/L
$cK^{+}(P) = 4$ mmol/L

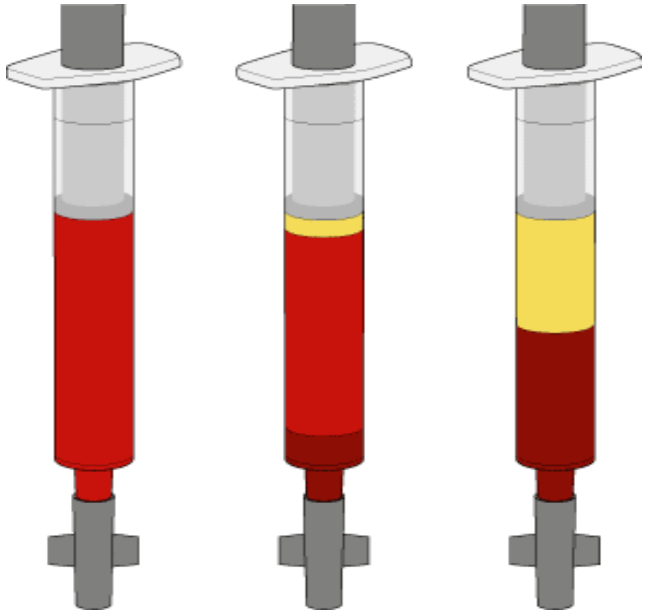
- La hemólisis puede conducir al al aumento en plasma del K+, debido a la diferencia en la concentración de K+ dentro y fuera de la sangre
- La hemólisis extensa puede también dar lugar a una caída significativa en el cCa^{2+}

Inspección visual de la muestra



- Antes de analizar la muestra, haga una revisión visual de la sangre
- Inspeccione sí existen burbujas de aire
- Expele un poco de

Mezclado Inadecuado de la Muestra antes del análisis



•¿Una muestra completamente sedimentada es fácil de detectar,

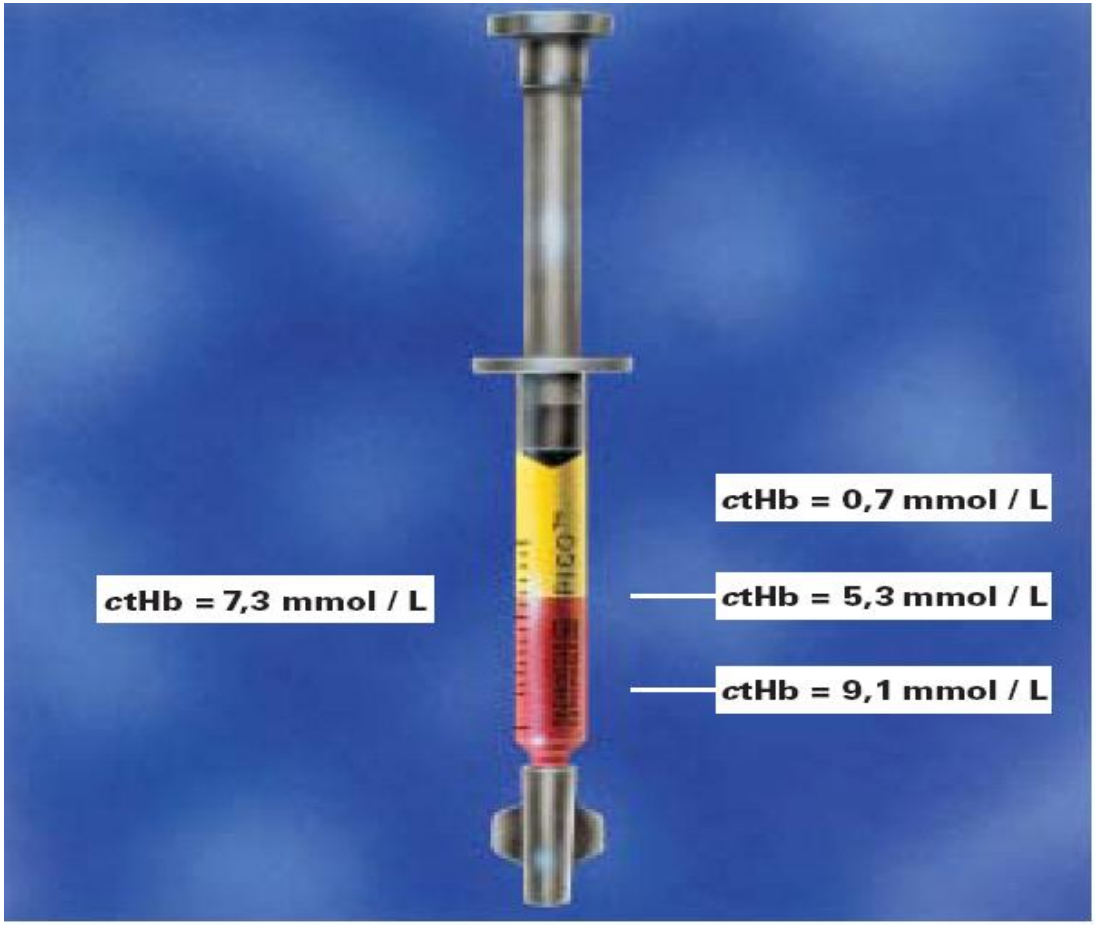
• pero se puede detectar una muestra que sea sedimentada solamente en un 5 %?

Que tan rápido se sedimentan las muestras de sangre total?

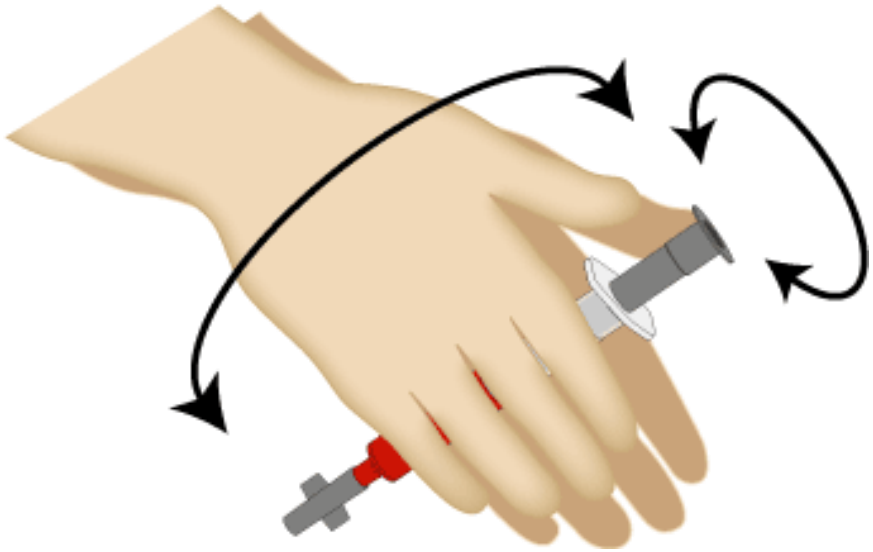
- 30 minutos?
- 10 minutos?

- No hay respuesta universal
- El tiempo de la sedimentación es individual y depende de edad y de la condición inmunológica

Sedimentación de la Muestra

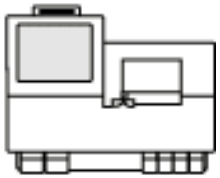


Mezclado Inadecuado de la Muestra antes del análisis



- Si la muestra esta visiblemente sedimentada, necesita mezclarse por varios minutos. Siga los procedimientos que se recomiendan.
- Las células sedimentadas de la muestra se distribuyen con más eficacia cuando la jeringa se rota a través de las palmas de las manos:
  - – Rótela entre las palmas de las manos e
  - –Inviértala verticalmente

Fallas en la identificación de las muestras antes del análisis



- Es esencial que las muestras sean etiquetadas con la ID del paciente
- Para propósitos de identificación, la ID del paciente, debe ser entrada durante el tiempo de análisis
  - Evita la mezcla de muestras
  - Evita olvidar las muestras
  - Evita duplicar el análisis

Algunos puntos que tener en mente
Muestras de la línea-A

Preparación anterior a la muestra

- Etiquete la muestra con la ID del paciente.
- Utilice heparina seca balanceada electroliticamente.
- Esfuércese para mantener la condición respiratoria del paciente estable por cierto período antes del muestreo.
- Cerciórese de que la línea-a haya estado adecuadamente purgada de la solución .

Muestro/Manipulación

- Aspire la muestra lentamente para prevenir desaturación y hemólisis.
- Expele las burbujas de aire inmediatamente después de tomar la muestra.
- Mezcle la muestra con heparina inmediatamente después del muestreo.

Almacenamiento/Transporte

- Analice la muestra inmediatamente
- Si el almacenamiento es inevitable, almacene la muestra en la temperatura ambiente para el máximo. 30 minutos mínimos. Las muestras con los altos valores previstos pO2 se deben analizar inmediatamente.

Preparación anterior a la transferencia de la muestra

- Mezcle la muestra antes de llevarlo al analizador de gases.
- Inspeccione visualmente la muestra
- Introduzca el ID del paciente en el sistema de registro del analizador